

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский государственный профессионально-педагогический  
университет»

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА  
МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ  
«РЫЧАГ»

Выпускная квалификационная работа  
по направлению подготовки 44.03.04  
Профессиональное обучение (по отраслям)  
профиля подготовки «Машиностроение и материалобработка»  
специализации «Технология и оборудование машиностроения»

Идентификационный код ВКР: 020

Екатеринбург 2019

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования

«Российский государственный профессионально-педагогический  
университет»

Институт инженерно-педагогического образования  
Кафедра технологии машиностроения, сертификации  
и методики профессионального обучения

К ЗАЩИТЕ ДОПУСКАЮ:  
Заведующий кафедрой ТМС  
\_\_\_\_\_ Н.В. Бородина  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА  
МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ  
«РЫЧАГ»

Выпускная квалификационная работа  
по направлению подготовки 44.03.04  
Профессиональное обучение (по отраслям)  
профиля подготовки «Машиностроение и материалобработка»  
специализации «Технология и оборудование машиностроения»

Идентификационный код ВКР: 020

Исполнитель  
студент группы ЗТО 406-С

А.И. Брусницына

Руководитель  
Доцент

В.И. Вешкурцев

Екатеринбург 2019

## АННОТАЦИЯ

Выпускная квалификационная работа содержит 121 листа печатного текста, 10 иллюстраций, 40 таблиц, 30 использованных источников, 4 приложения.

Ключевые слова: ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, ОБРАБАТЫВАЮЩИЙ ЦЕНТР, МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ ПОВЕРХНОСТЕЙ, РЕЖИМЫ РЕЗАНЬЯ, РАСЧЕТ НОРМ ВРЕМЕНИ, ПРОГРАММИРОВАНИЕ НА СТАНКЕ С ЧПУ, ТЕХНИКО – ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ, МЕТОДИЧЕСКАЯ РАЗРАБОТКА, ПОВЫШЕНИЕ КВАЛИФИКАЦИИ РАСТОЧНИКОВ.

Совершенствование технологического процесса механической обработки в условиях среднесерийного производства достигнуто за счёт применения современного вертикально – фрезерного станка с ЧПУ.

Были определены режимы резания и нормы времени для выполнения операции «Комплексная на ОЦ с ЧПУ».

В экономическом разделе данной работы приведены расчеты и обоснованы затраты на оборудование, заработную плату работникам, энергоресурсы и т.д.

В методической части работы была разработана программа для повышения квалификации с профессии «Расточник» на профессию «Оператор - наладчик обрабатывающего центра с ЧПУ».

Подп. и дата		Име. № дубл		Взаим. име. №		Подп. и дата	
Име. № подл.	Разраб.	Брусницына				<b>ДП 44.03.04.020.ПЗ</b>	
	Пров.	Вешкурцев .					
	Н.контр.	Суриков					
	Утв.	Бородин					
		Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	
		Совершенствование технологического процесса механической обработки детали «Рычаг»				Лит.	Лист
		Пояснительная записка					2
						ФГАОУ ВО РГППУ	
						ИИПО Кафедра ТМС	
						Группа ЗТО 406-С	

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ .....	7
1.1. Анализ исходных данных .....	7
1.2. Анализ технологичности конструкции детали «Рычаг» .....	9
1.2.1. Качественный анализ технологичности.....	10
1.2.2. Количественный анализ технологичности .....	11
1.3. Определение типа производства.....	13
1.4. Анализ заводского технологического процесса.....	17
1.5. Выбор исходной заготовки и метода ее изготовления .....	19
1.6. Выбор технологических баз .....	23
1.7. Разработка технологического процесса .....	25
1.8. Выбор средств технологического оснащения .....	27
1.9. Выбор режущего инструмента и средств технического контроля.....	29
1.10. Расчет припусков.....	34
1.11. Расчет режимов резания .....	38
1.12. Расчет технических норм времени .....	41
2. РАЗРАБОТКА УПРАВЛЯЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ .....	46
3. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ .....	53
3.1. Расчет капитальных вложений.....	54
3.2. Определение капитальных вложений в оборудование.....	57
3.3. Расчет технологической себестоимости детали.....	57
3.4. Определение годовой экономии .....	69
3.5. Анализ уровня технологии производства .....	69
4. МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	71
4.1. Анализ профессионального стандарта .....	72
4.2. Проектирование учебного и тематического плана. ....	78
4.3. Проектирование методики проведения занятия.....	80
4.3.1. План урока.....	81

Име. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №	Име. № дубл	Подп. и дата					
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата					
									Лист

**ДП 44.03.04.020.ПЗ**

4.3.2.	Определение методического обеспечения для проведения занятия....	83
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	87
	СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	88
	ПРИЛОЖЕНИЕ А – Перечень листов графических материалов.....	91
	ПРИЛОЖЕНИЕ Б – презентация к занятию на тему «Резцы применяемые на станках с ЧПУ».....	92
	ПРИЛОЖЕНИЕ В – презентация к занятию.....	112
	ПРИЛОЖЕНИЕ Г – Комплект технологической документации.....	113

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №	Инв. № дубл	Подп. и дата						
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.020.ПЗ					Лист

## ВВЕДЕНИЕ

Развитие машиностроения имеет определённые тенденции, одна из которых модернизация существующих процессов, то есть их обновление в соответствии с новыми требованиями, нормами, техническими условиями и показателями качества. Так к примеру, с появлением ЭВМ происходит автоматизация многих процессов, в том числе и технологии машиностроения, в связи с чем создаются новые технологические процессы, и подвергаются модернизации существующие.

При этом мотивацией к совершенствованию или созданию новинок, а также главным критерием к изделию, всегда является его качество, точность. Отсюда следует, что одной из задач технолога машиностроения является совершенствование существующей технологии.

Цель работы: совершенствование технологического процесса изготовления детали «Рычаг».

Для достижения данной цели необходимо выполнить следующие задачи:

1. Провести анализ исходных данных (технологической документации и рабочего чертежа детали), технологичности конструкции детали, определить служебное назначение детали и тип производства;

2. Определить исходную заготовку, а также определить какие изменения целесообразно внести в технологический процесс для повышения технологичности уровня изготовления детали «Рычаг» ;

3. Разработать технологический процесс изготовления детали «Рычаг»: определить припуски, технологические базы, методы обработки поверхностей заготовки;

4. Определить необходимое оборудование, режущий и мерительный инструмент для реализации проектируемого технологического процесса;

5. Произвести экономические расчеты для определения капитальных вложений для реализации совершенствованного технологического процесса, а также технико – экономических показателей обработки детали;

Подп. и дата	
Инв. № дубл	
Взаим. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	
Изм	Лист
№ докум.	Подп.
Дата	

ДП 44.03.04.020.ПЗ

Лист

6. Провести анализ профессионального стандарта «Оператор –наладчик ОЦ с ЧПУ»;

7. Разработать учебный план повышения квалификации станочников по профессии «Оператор – наладчик ОЦ с ЧПУ»;

8. Определить необходимое методическое и материально – техническое обеспечение.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №	Инв. № дубл	Подп. и дата						Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.020.ПЗ					

## 1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### 1.1. Анализ исходных данных

Рычаги являются звеньями машин, аппаратов, приборов, приспособлений. Рычаги, совершая качательные или вращательные движения, передают необходимые силы или движения сопряженными деталями, и тем самым заставляют их выполнять требуемые перемещения с надлежащей скоростью.

На рисунке 1 видно, что детали класса рычагов имеют два отверстия, оси которых расположены параллельно. Одной из конструктивных особенностей рычага являются отверстия, представляющие собой двойную направляющую базу, который рычаг базируется в механизме при повороте. Другое цилиндрическое отверстие оси, которое параллельно основному, служит вспомогательной базой и обеспечивает базирование присоединяемых деталей. С помощью торцов рычага обеспечивается его осевое положение, что обуславливает требования перпендикулярности торцов и отверстия. Тело рычагов представляет собой стержень, не обладающий достаточной жесткостью. Стержни рычагов часто не обрабатывают.

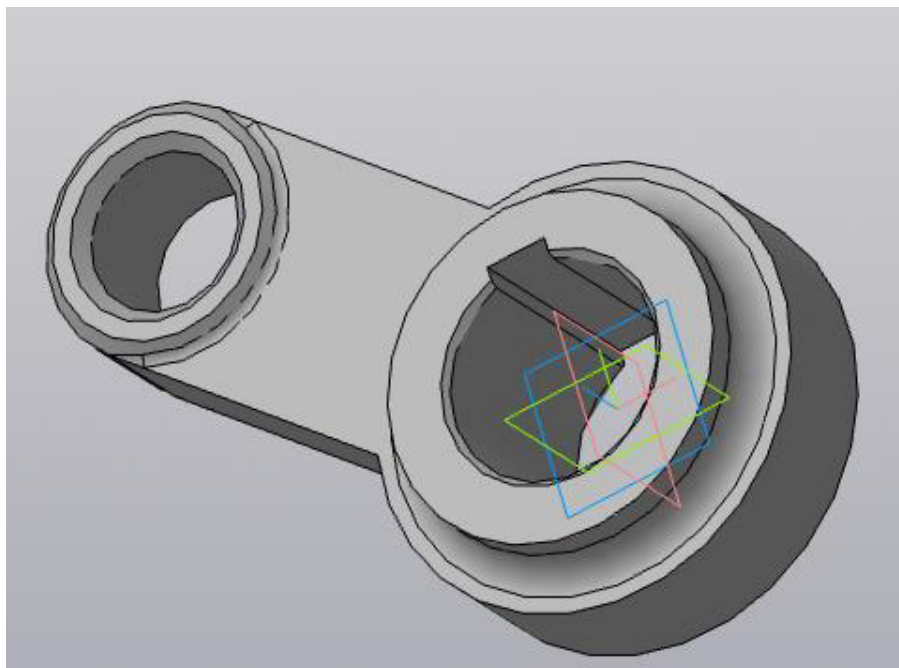


Рисунок 1 -Рычаг

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №	Инв. № дубл	Подп. и дата
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ДП 44.03.04.020.ПЗ

Лист



В данной работе рассматривается деталь типа «рычаг» для работы в механизме подачи слитков кузнечно – прессового оборудования. Принцип работы механизма подачи слитков заключается в следующем: в головку ползуна, находящегося в исходном положении, устанавливается слиток. Гидроцилиндром ползун перемещает слиток на ось прессы. При этом ползун наезжает на рычаг и поворачивает его до упора в направляющую прессы, образуя для ползуна дополнительную опору. При повороте рычага воздух из опорной зоны пневмоцилиндра вытесняется в магистраль. После задачи слитка в контейнер ползун гидроцилиндром возвращается в исходное положение. При этом рычаг под действием цилиндра поворачивается до первоначальной позиции, освобождая направляющую прессы для движения контейнера.

Согласно технологической документации и рабочему чертежу материал детали сталь 45. Масса детали 7,83 кг Марка стали 45 – это конструкционная углеродистая качественная сталь, химический состав указан на рисунке 2.



Рисунок 2 - Химический состав стали 45

Сталь 45 применяется для изготовления конструкций и устройств, функциональным назначением которых является устойчивость к большим нагрузкам, а также где требуется продемонстрировать повышенные показатели износостойкости, прочности и нечувствительности к коррозии. Механические свойства стали 45 расположены в таблице 1.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №	Инв. № дубл	Подп. и дата	Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.020.ПЗ	Лист

Таблица 1 - Механические свойства стали 45

Термообработка	Сечение, м м	$\sigma_{0,2}$ (МПа)	$\sigma_B$ (МПа)	$\delta_5$ (%)	$\psi$ %	KCU (кД ж / м <sup>2</sup> )	HB, не более
Нормализация Закалка. Отпуск	100-300д	345	590	17	40	54	174-217

Проведя анализ служебного назначения и технических требований, предъявляемых к детали «Рычаг», а также изучив химические и механические свойства материала сталь 45 можно сделать вывод, что материал удовлетворяет условиям работы детали в узле.

### 1.2. Анализ технологичности конструкции детали «Рычаг»

Основной задачей при механической обработке детали «Рычаг» является обеспечить точность размеров, взаимного расположения поверхностей, а также качество поверхностного слоя указанных в таблице 2. Общие допуски детали (согласно рабочему чертежу) H14; h14;  $\pm \frac{IT_{14}}{2}$  указаны по ГОСТ 30893.1 -2002 «Основные нормы взаимозаменяемости. Предельные отклонения линейных и угловых размеров». Качество поверхностного слоя (шероховатость поверхности). Требования к шероховатости расставлены в соответствии с ГОСТ 2789-73 (измена редакция от 28.05.2002г.) и установлены исходя из функционального назначения поверхности для обеспечения заданного качества детали.

Таблица 2 – Точность размеров и шероховатость детали «Рычаг»

Назва- ние детали	Мате- риал детали	Размер	Шерохова- тость Ra, мкм	Точность		
				Размеро в, квалитет	Предельно е отклонение	Отклонения формы и расположения
1	2	3	4	5	6	7
Рычаг	Сталь 45	Ø50	Ra 3,2	H8:	+0,039	Допуск параллельности отверстия Ø50H8 относительно отверстия Ø70H9 не более 0,1 мм
		Ø70H9	Ra 3,2	H9:	+0,074	

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №	Инв. № дубл	Подп. и дата	ДП 44.03.04.020.ПЗ					Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата						

## Окончание таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7
		49	Ra 6,3	$\pm \frac{H_{14}}{2}$		Отклонение от перпендикулярности торцевых отверстий относительно отверстия $\varnothing 70H9$ не более 0,1 мм
		80	Ra 6,3	$\pm \frac{H_{14}}{2}$		
		20H11	Ra 6,3	H11:	+0,13	
		все остальные поверхности	Ra 12,5	H14; h14		

## 1.2.1. Качественный анализ технологичности

Конструкция изделия может быть признана технологичной, если она обеспечивает простое и экономичное изготовление изделия. Кроме того, существует качественная оценка технологичности конструкции детали, состоящая из требований, представленных в таблице 3.

Таблица 3 - Качественная оценка технологичности конструкции детали «Рычаг»

№	Требования	+/-
1	Конфигурация детали и их материалы позволяют применять наиболее прогрессивные заготовки, сокращающие объем механической обработки (точное кокильное литье, литье под давлением, объемная штамповка и вытяжка, холодная штамповка и так далее)	+
2	При конструировании изделий используются простые геометрические формы, позволяющие применять высокопроизводительные методы производства. Предусмотрена удобная и надежная технологическая база в процессе обработки	-
3	Обоснованы заданные требования к точности размеров и формы детали	+
4	Использованы стандартизация и унификация деталей и их элементов	+
5	Для снижения объема механической обработки предусмотрены допуски только по размерам посадочных поверхностей	
6	Обеспечена достаточная жёсткость детали	+
7	Предусмотрена возможность удобного подвода жесткого и высокопроизводительного инструмента к зоне обработки детали	+
8	Обеспечен свободный вход и выход инструмента из зоны обработки	+/-
9	Учтена возможность одновременной установки нескольких деталей	-

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №	Инв. № дубл	Подп. и дата						Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.020.ПЗ					

Рабочий чертеж детали «Рычаг» содержит все необходимые проекции, разрезы, сечения, объясняющие ее конфигурацию, указаны все необходимые отклонения, требуемая шероховатость обрабатываемых поверхностей, допускаемые отклонения от правильных геометрических форм, а также взаимное положение поверхностей. Содержит необходимые сведения о материале детали, твердости поверхностей, массе детали [16].

Самыми точными поверхностями детали являются  $\varnothing 50H8$  и  $\varnothing 70H9$  с шероховатостью  $Ra = 3,2$ . Все остальные поверхности детали имеют свободные размеры, выполняемые по 14 качеству точности.

### 1.2.2. Количественный анализ технологичности

Количественную оценку технологичности конструкции детали производят по следующим показателям:

1) по коэффициенту использования материала:

$$K_{им} = \frac{M_d}{M_3}, \quad (1)$$

где  $M_d$  - масса детали по чертежу, кг;

$M_3$  - масса материала, расходуемого на изготовление детали, 28,4 кг.

$$K_{им} = \frac{28,4}{7,83} = 3.62$$

Так как  $K_{им} = 3.62$ , то можно сделать вывод, что деталь данному критерию не является технологичной.

2) по коэффициенту точности обработки:

$$K_T = 1 - \frac{1}{T_{cp}}, \quad (2)$$

где  $T_{cp}$  - значение качества точности, обрабатываемых поверхностей.

$$T_{cp} = \frac{\sum T_i n_i}{\sum n_i}, \quad (3)$$

где  $T_i$  - среднее значение параметра точности;

$n_i$  - число размеров для каждого качества

Инв. № подл.	Подп. и дата	Инв. № дубл	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл	Подп. и дата	Инв. № подл.						Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.020.ПЗ								

Таблица 4 - Коэффициенты точности обработки детали

Ti	ni	Ti ni
8	1	8
9	1	9
11	2	22
14	6	84
	$\sum n_i=10$	$\sum T_i n_i = 123$

По выше приведенной формуле рассчитаем среднее значение параметра точности:

$$T_{cp} = \frac{\sum T_i n_i}{\sum n_i} = \frac{123}{10} = 12,3$$

По формуле рассчитаем коэффициент точности:

$$K_T = 1 - \frac{1}{T_{cp}} = 1 - \frac{1}{12,3} = 1 - 0,08 = 0,92$$

В данном случае коэффициент технологичности равен 0,92, что составляет 92%, следовательно, деталь достаточно точная (деталь технологична так как  $K_T > 0,8$ ).

3) по коэффициенту шероховатости поверхностей детали. В таблице 5 приведены коэффициенты шероховатости обработки детали.

Таблица 5 - Коэффициенты шероховатости детали

Шi	ni	Шi ni
3.2	2	6,4
6.3	3	18,9
12.5	5	62,5
	$\sum n_i=10$	$\sum Ш_i n_i = 87,8$

Коэффициент шероховатости рассчитывается по формуле, учитывая данные таблицы 5:

$$K_{ш} = 1 - \frac{1}{Ш_{cp}}, \quad (4)$$

где  $Ш_{cp}$  – значение параметра шероховатости, обрабатываемых поверхностей.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №	Инв. № дубл	Подп. и дата						
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.020.ПЗ					Лист

$$\bar{Ш}_{cp} = \frac{\sum \bar{Ш}_i n_i}{\sum n_i}, \quad (5)$$

где  $\bar{Ш}_i$  – среднее значение параметра шероховатости;

$n_i$  – число поверхностей для каждого значения параметра шероховатости.

По формуле вычисляем:

$$\bar{Ш}_{cp} = \frac{87,8}{10} = 8,78$$

Рассчитаем коэффициент шероховатости:

$$K_{ш} = 1 - \frac{1}{8,78} = 1 - 0,11 = 0,89$$

Исходя из произведенных расчётов можно сделать вывод, что в целом деталь технологична, но коэффициент использования металла достаточно высокий, в связи с этим целесообразно изменить способ получения заготовки детали «Рычаг», и получить заготовку с помощью штамповки.

### 1.3. Определение типа производства

Тип производства – это классификационная категория производства, выделяемая по признакам широты номенклатуры, регулярности и объема выпуска изделий. Различают три типа производства: единичное, серийное, массовое (ГОСТ 14.004-83).

В связи с увеличением объемов производства детали «Рычаг» с 300 до 1700 штук в год, и зная вес готового изделия – 7,83 кг, по таблице 6 ориентировочно определим тип производства [7, с. 33].

Таблица 6 – Зависимость типа производства от объема годового выпуска массы детали

Масса детали, кг	Объем годового выпуска детали, шт				
	Тип производства				
	Едини- чное	Мелко- серийное	Средне- серийное	Крупно-серийное	Массовое
1	2	3	4	5	6
<1,0	<10	10-2000	1500-100.000	75.000-200.000	200.000
1,0-2,5	<10	10-1000	1000-50.000	50.000-100.000	100.000

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №	Инв. № дубл	Подп. и дата	ДП 44.03.04.020.ПЗ					Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата						

## Окончание таблицы 6

1	2	3	4	5	6
2,5-5,0	<10	10-500	500-35.000	35.000-75.000	75.000
5,0-10	<10	10-300	300-25.000	25.000-50.000	50.000
10<	<10	10-200	200-10.000	10.000-25.000	25.000

Согласно данным таблицы 6, принимаем тип производства – серийный, его характеристику представим в таблице 7.

Таблица 7- Характеристика серийного типа производства

Характерный признак	Тип производства - серийный
Повторяемость партий (серий)	Периодическая
Технологическое оборудование	Универсальное, частично специализированное и специальное
Приспособления	Специальные, переналаживаемые
Режущий инструмент	Универсальный и специальный
Измерительный инструмент	Универсальный и специальный
Настройка станка	Станки настроенные
Размещение технологического оборудования	По ходу технологических процессов
Виды заготовок	Прокат, отливки по металлическим моделям, штамповки
Применяемые разметки	Ограниченное, лишь для крупных и сложных деталей
Методы достижения точности	Метод полной и неполной (частичной взаимозаменяемости)
Степень детализации технологических процессов	Более детальные технологические разработки (маршрутно-операционные и операционные техпроцессы)
Виды нормирования работ	Техническое нормирование серийного производства
Квалификация рабочих	Различная
Себестоимость продукции	Средняя

Одной из основных характеристик типа производства является коэффициент закрепления операций (ГОСТ 3.1121-84).

$$K_{з.о} = \frac{\sum O}{\sum P}, \quad (6)$$

где О - суммарное число различных операций, закрепленных за каждым рабочим местом;

Р - число рабочих мест, на которых выполняются данные операции.

Принято:

$K_{з.о.} \leq 1$  - массовое производство;

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №	Инв. № дубл	Подп. и дата						Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.020.ПЗ					

- $1 < K_{3.0} \leq 10$  - крупносерийное производство;  
 $10 < K_{3.0} \leq 20$  - среднесерийное производство;  
 $20 < K_{3.0} \leq 40$  - мелкосерийное производство;  
 $K_{3.0} > 40$  - единичное производство.

Располагая данными о штучно-калькуляционном времени, затраченном на каждую операцию, можно определить количество станков по формуле 7:

$$m_p = \frac{N * T_{шт.к}}{60 * F_d * \eta_{зн}}, \quad (7)$$

где N- годовая программа выпуска деталей, шт.;

T шт. к. - штучно-калькуляционное время, мин.;

F<sub>д</sub> – действительный годовой фонд времени, F<sub>д</sub> = 3940 ч. (при двусменной работе);

$\eta_{зн}$  - нормативный коэффициент загрузки оборудования (для крупносерийного и массового производства 0,65÷0,75; для среднесерийного производства 0,75÷0,85; для мелкосерийного и единичного 0,8÷0,9), установим 0,75.

Произведем расчет для всех операций  $m_p$  и установим принятое число рабочих мест P, округляя его до большего ближайшего целого числа полученное значение  $m_p$ . Все данные расчета занесем в таблицу 8.

Таблица 8 - Данные для расчета K<sub>3.0</sub>

Операция	T шт.к.	$m_p$	P	$\eta_{зф}$	O
010 Комплексная ОЦ с ЧПУ	12,78	0,12	1	0,12	6,25
015 Горизонтально - протяжная	1,53	0,01	1	0,01	0,08
	$\Sigma T_{шт.к.} = 14,31$ мин		$\Sigma P = 2$		$\Sigma O = 8$

$$m_{p1} = \frac{N * T_{шт.к}}{60 * F_d * \eta_{зн}} = \frac{1700 * 12,78}{60 * 3940 * 0,75} = \frac{21726}{177300} = 0,12$$

$$m_{p2} = \frac{N * T_{шт.к}}{60 * F_d * \eta_{зн}} = \frac{1700 * 1,53}{60 * 3940 * 0,75} = \frac{2601}{177300} = 0,01$$

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №	Инв. № дубл	Подп. и дата	ДП 44.03.04.020.ПЗ					Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата						



Для каждой операции необходимо вычислить значение фактического коэффициента загрузки рабочего места по формуле 8:

$$\eta_{зф} = \frac{m_p}{P} \quad (8)$$

$$\eta_{зф1} = \frac{0,12}{1} = 0,12$$

$$\eta_{зф2} = \frac{0,01}{1} = 0,01$$

Количество операций, выполняемых на одном рабочем месте (О), можно определить по формуле:

$$O = \frac{\eta_{зн}}{\eta_{зф}} \quad (9)$$

$$O_1 = \frac{0,75}{0,12} = 6,25$$

$$O_2 = \frac{0,75}{0,01} = 0,08$$

Подсчитаем суммарное значение  $\sum O$ ,  $\sum P$  и определим Кз.о и тип производства.

$$Кз. о = \frac{\sum O}{\sum P} = \frac{8}{2} = 4$$

Количество деталей в партии (шт.) для одновременного запуска определяется по формуле (ГОСТ 14.312-74, форма организации производства – групповая).

$$n = N \cdot a / 254, \quad (10)$$

где  $a$  – периодичность запуска в днях,  $a = 3$ ;

247 – количество рабочих дней в году.

$$n = 1700 \cdot 3 / 247 = 20,6 \text{ шт.}$$

Поскольку значение коэффициента Кз.о. лежит в пределах от  $1 \leq Кз.о. \leq 10$ , что соответствует среднесерийному типу производства, то окончательно принимаем среднесерийное производство.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №	Инв. № дубл	Подп. и дата						
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.020.ПЗ					Лист

#### 1.4. Анализ заводского технологического процесса

Согласно маршрутной технологической карты технологического процесса механообработки детали «Рычаг», маршрут изготовления детали следующий: 048-026-050 (048-сварочное производство; 026- цех малой механообработки; 050- сборочный цех, производящий сборку и покраску детали). Заготовка листовая материала сталь 45. Тип производства – мелкосерийное, детали изготавливают в количестве 300 штук в год. Рассмотрим технологические операции механообработки детали в базовом технологическом процессе, представленные в таблице 9.

Таблица 9 - Технологические операции механообработки детали «Рычаг» в базовом технологическом процессе

№ операции	Наименование	Оборудование
005	Разметочная	Разметочная плита
010	Горизонтально - расточная	2620ВФ1-А
015	Разметочная	Слес.
020	Долбежная	7Д430
025	Слесарная	Слес.
030	Контрольно - окончательная	Контрольная плита
035	Упаковка	Слес.

Анализ технологической документации представлен в виде таблицы - 10[1].

Таблица 10 - Анализ заводского технологического процесса обработки детали «Рычаг»

Наименование	+/-	Примечание
1	2	3
Рациональность метода получения заготовки для данного типа производства	+	Данный способ получения заготовки используют редко, но в условиях единичного производства допустимо
Соответствие фактических припусков на обработку чертежу заготовки	+	
Правильность выбор черновых, чистовых и промежуточных баз на операциях тех. Процесса, соблюдение единства баз	-	В связи с тем, что производство единичное, тех. процесс упрощен, поэтому отсутствуют операционные эскизы, карты тех. процесса, сборочный чертёж с указанием технологических баз

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №	Инв. № дубл	Подп. и дата	ДП 44.03.04.020.ПЗ					Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата						

## Окончание таблицы 10

1	2	3
Правильность установки последовательности операций процесса для достижения заданной точности детали	+	
Соответствие параметров установленного оборудования требованиям данной операции	+	Технических характеристики станков 2620В Ф1-А и 7Д-430 удовлетворяют необходимые требования для получения детали «Рычаг»
Соответствие режимов резания оптимальным	+	
Степень оснащённости операции	+	
Применяемость высокопроизводительного режущего инструмента и новых марок материалов его режущей части		*Режущая часть фрезы и пластины прямого проходного резца – Т5К10-титановольфрамокобальтовый твёрдый сплав, позволяет обрабатывать заготовку на высоких скоростях (в3-4 раза больше чем быстрореж.). Материал обладает высокой твердостью, износостойкостью. (5% титан, 10% кобальт, 85%- карбид вольфрама); *Режущая часть резца Р6М5 – быстрорежущая сталь, дополнительно легированная молибденом. Материал обладает высокой прочностью, позволяет обрабатывать заготовку на высоких
	+	скоростях, повышенная вязкость и износостойкость (1% углерода, 3,8-4,4% стронций, 8-5,3 молибден; 7-2,1% ванадий)
Степень концентрации операций	+	
Правильность разработанного технологического процесса, выбор оборудования, и технологической оснастки	+	
Правильность заполнения технологических карт (МК, ОК, КЭ)	+/-	В ОК допущены ошибки КЭ отсутствует
Определение технологической себестоимости	-	
Соблюдение технологического процесса на операциях и качество обработки детали	+	

Достоинства данного технологического процесса — это применение универсального оборудования: станок 7Д-430 и станок - 2620В Ф1-А, позволяющий обрабатывать корпусные детали, имеющие точные отверстия, связанный между собой точным расстоянием, повышенный уровень механизации и удобное управление станком.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №	Инв. № дубл	Подп. и дата	Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.020.ПЗ	Лист

Недостатки данного технологического процесса отсутствие карт эскизов, сборочного чертежа, а также способ получения заготовки детали. Здесь стоит отметить, что в принципе в условиях мелкосерийного производства данный способ получения заготовки не уместен и удорожает стоимость детали. Также в связи с необходимостью увеличения количества деталей с 300 до 1700 штук в год, необходимо применить оборудование позволяющие изготовить деталь более точно и за меньшее время.

#### 1.5. Выбор исходной заготовки и метода ее изготовления

На данном этапе необходимо: установить способ получения заготовки, рассчитать припуски на обработку всех поверхностей детали, размеры допуски и на заготовку, разработать ее чертеж.

На выбор метода получения заготовки влияют:

-технологические свойства материала (литейные свойства, деформируемость при обработке давлением, обрабатываемость резанием, свариваемость);

-форма, размеры и масса детали;

-особые требования к прочности детали, к физико-химическим свойствам детали;

-объем выпуска и тип производства;

-наличие технологического оборудования.

Исходя из условий производства примем способ получения заготовки – штамповка на ГKM (горизонтально-ковочные машины).

Штамповка – это процесс пластической деформации металлических заготовок путем их давления с изменением формы и размеров. При штамповке изменение формы детали производится в специальном устройстве, позволяющем осуществлять механическое воздействие на материал. Способ получения заготовок штамповка на ГKM позволяет производить ответственные детали машин, так как механические свойства выше, чем к примеру, у

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №	Инв. № дубл	Подп. и дата						
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.020.ПЗ					Лист

литейных заготовок. Припуски и допуски на поковки, получаемые данным способом определяют по ГОСТ 7505-89, в зависимости от группы материала, степени сложности, класса точности, шероховатости поверхности детали и массы поковки [7, с.45]. Согласно ГОСТ 7505-89 точность получения заготовок Ra=80-40 мкм.

Штампованную заготовку мы получим с помощью горизонтально-ковочной машины, методом горячей объемной штамповки в открытом штампе.

Штамповка в открытых штампах характеризуется переменным зазором между подвижной и неподвижной частями штампа. В этот зазор вытекает облой, который закрывает выход из полости штампа и заставляет металл целиком заполнить всю полость. В конечный момент деформирования в облой выжимаются излишки металла, находящиеся в полости, что позволяет не предъявлять особо высоких требований к точности заготовок по массе.

В связи с изменением способа получения заготовки, материал заготовки оставим прежним сталь 45, так как свойства металла, при изготовлении ответственных деталей имеют преимущества, перед рядом других материалов.

Припуски и допуски на поковки, получаемый горячей объемной штамповкой, определяют по ГОСТ 7505-89 [5], они зависят от массы поковки, группы материала, степени сложности, шероховатости и класса точности поверхностей детали.

Существует три группы материалов:

-М1 – углеродистая сталь с содержанием углерода до 0,35% и легированная сталь при суммарном содержании легирующих элементов до 2%

-М2 – сталь с содержанием углерода до 0,35-0,65% или легирующих элементов до 2-5%

М3 – сталь с содержанием углерода свыше 0,65% или легирующих элементов свыше 5%

Так как для изготовления детали используем сталь 45, которая содержит углерод 0,42-0,50%, то группу материала принимаем М2.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №	Инв. № дубл	Подп. и дата						
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.020.ПЗ					Лист

Определим степень сложности поковки (С), которая зависит от соотношения (Кс) объема (Vп) или массы (Gп) к объему (Vфиг) или массе (Gфиг) фигуры в виде прямоугольника.

$$K_c = \frac{V_{\text{п}}}{V_{\text{фиг}}} = \frac{G_{\text{п}}}{G_{\text{фиг}}}, \quad (11)$$

Найдём массу фигуры, в которую вписывается форма поковки по формуле

$$G_{\text{фиг}} = 1,03^3 * L * h * b * \rho, \quad (12)$$

где  $\rho$  – плотность стали 45 = 7,85 ( $\frac{\text{г}}{\text{см}^3}$ )

Отсюда:

$$G_{\text{фиг}} = 1,03^3 * 27 * 14 * 8 = 25939,6 \text{ (г)} = 25,94 \text{ (кг)}$$

Расчётная масса поковки определяется исходя из её номинальных размеров. Ориентировочно величину расчетной массы допускается определять по формуле:

$$M_{\text{пр}} = M_{\text{д}} * K_{\text{р}}, \quad (13)$$

где  $M_{\text{д}}$ - масса детали;

$K_{\text{р}}$ - коэффициент, для детали с прямой осью примем 1,6 [7, с.48].

$$M_{\text{пр}} = 7,83 * 1,6 = 12,53$$

Подставим значения в формулу 11 и определим:

$$K_c = \frac{V_{\text{п}}}{V_{\text{фиг}}} = \frac{G_{\text{п}}}{G_{\text{фиг}}} = \frac{12,53}{25,94} = 0,48$$

Установлены четыре степени сложности поковок:

C1 - при  $0,63 < K_c < 1$ ;

C2 - при  $0,32 < K_c < 0,63$ ;

C3 - при  $0,16 < K_c < 0,32$ ;

C4 - при  $K_c < 0,16$ .

Исходя из этого делаем вывод, что степень сложности поковки для изготовления детали «Рычаг» - C2.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №	Инв. № дубл	Подп. и дата						
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.020.ПЗ					Лист

ГОСТ 7505-89 предусматривает поковки пяти классов точности, для изготовления детали «Рычаг» подходит Т4, Т5 - поковки, штампуемые в открытых штампах (облойная штамповка) на кривошипных прессах, паровоздушных молотах, горизонтально-ковочных машинах. Необходимо отметить, что класс точности зависит от состояния инструмента, оборудования и может уточняться соглашением заказчика и производителя исходя из предъявленных требований к точности. Для расчетов примем класс точности - Т5.

Для определения исходного индекса по номограмме рисунок 3 в графе "масса поковки" находим соответствующую строку – 12,53 кг и смещаясь по горизонтали вправо или по утолщенным наклонным линиям вправо вниз до пересечения с вертикальными линиями, соответствующими заданным значениям группы стали М2, степени сложности С2, класса точности Т5, в итоге устанавливаем исходный индекс-17.

Получив исходный индекс - 17, назначим припуски на механическую обработку.

*Основные припуски на размеры:*

- толщина 80 Ra 6,3 – 3,2 мм;
- толщина 49 Ra 6,3 – 3 мм;
- $\varnothing$  70 Ra 3,2 – 2,7 мм;
- $\varnothing$  50 Ra 3,2 – 2,7 мм.

*Штамповочный уклон:*

- на наружной поверхности не более 3 ° -5°;
- на внутренней поверхности не более 7 ° -10°.

*Размеры поковки:*

- толщина  $80 + (3,2 \cdot 2) = 86,4$  мм, припуск 3,2 мм;
- толщина  $49 + (3 \cdot 2) = 55$  мм, припуск 3 мм;
- $\varnothing$  70  $-(2,7 \cdot 2) = 64,6$  мм , припуск 2,7 мм ;
- $\varnothing$  50  $-(2,7 \cdot 2) = 44,6$  мм, припуск 2,7 мм.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №	Инв. № дубл	Подп. и дата						Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.020.ПЗ					

Радиус закругления наружных углов для глубины ручья 2 мм.

Допускаемые отклонения размеров:

- толщина  $86,4^{+3,0}_{-1,5}$ ;
- толщина  $55^{+2,7}_{-1,3}$ ;
- $\varnothing 64,6^{+1,3}_{-2,7}$ ;
- $\varnothing 44,6^{+1,3}_{-2,7}$ .

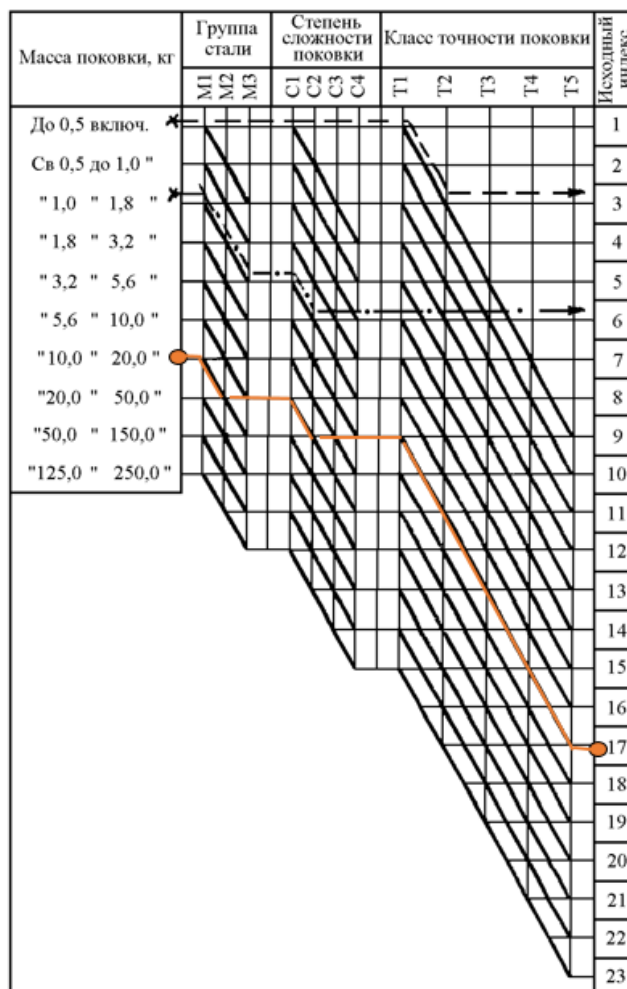


Рисунок 3 – Определение исходного индекса (ГОСТ 7505-89)

### 1.6. Выбор технологических баз

Выбор технологических баз в значительной степени определяет точность размеров, получаемых в процессе обработки, выбор режущих и измерительных инструментов, станочных приспособлений и так далее.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №	Инв. № дубл	Подп. и дата						Лист
					Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	

ДП 44.03.04.020.ПЗ



На первой операции в качестве технологических баз применяются обычно черные необработанные поверхности – «черновые базы». К черновой базе отнесем следующие требования:

- черновая база должна занимать, возможно более определенное положение относительно других поверхностей;
- черновая база должна иметь достаточные размеры, возможно более высокую степень точности и наименьшую шероховатость поверхности;
- черновая база должна обеспечивать устойчивое положение детали;
- черновая база должна использоваться только один раз [7, с. 66-70].

Исходя из требований приведенных выше, можно сделать вывод, что черновой базой является отверстие  $\Phi 70$  мм.

#### *Выбор баз на промежуточных операциях.*

Базы для промежуточных операций (между первой и последней операциями) выбирают с учетом следующих требований:

- необходимо использовать те поверхности, которые связаны с обрабатываемой кратчайшей размерной цепью;
- не следует менять базы без достаточных на то оснований;
- при смене базы следует переходить к более точной.

При базировании детали для выполнения операции 010 «Комплексная ОЦ с ЧПУ», опорные точки 1 - 3 являются установочной базой и лишают заготовку перемещения вдоль оси Z и поворотов вокруг осей X и Y. Одну из наружных цилиндрических поверхностей (в данном случае левую) принимаем в качестве двойной опорной базы (опорные точки 4 и 5), которые лишают заготовку перемещения вдоль осей X и Y. Оставшуюся степень свободы – вращение вокруг оси Z – лишает опорная точка 6, являющаяся опорной базой.

Левая призма, лишаящая заготовку двух степеней свободы, является неподвижной. Правая же призма выполняет двойную функцию. С одной стороны, она является установочным элементом, а с другой стороны, – элементом зажимного устройства, и поэтому призма выполнена подвижной.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №	Инв. № дубл	Подп. и дата						
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.020.ПЗ					Лист

Схемы базирования заготовки для разработанного технологического процесса детали «Рычаг» представим в таблице 11.

Таблица 11 - Схемы базирования заготовки

Станок	Задача	Теоретическая схема базирования
ОЦ с ЧПУ	Установить деталь на равномерно выверенные призмы в упор, зажать деталь с помощью приспособления. Фрезеровать поверхность торца № 1,2,5,6 Расточить отверстия поверхность №3,4 снять фаски	
Горизонтально - протяжной	Установить деталь в специальное приспособление. Протянуть паз поверхность 7	

### 1.7. Разработка технологического процесса

Выбор методов обработки поверхностей (МОП) зависит от конфигурации детали, ее габаритов, точности и качества обрабатываемых поверхностей. В зависимости от технических требований, предъявляемых к детали, и типа производства выбирают один или несколько возможных методов обработки резанием, а также вид соответствующего оборудования.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №	Инв. № дубл	Подп. и дата	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.020.ПЗ

Технологический процесс обработки детали «Рычаг» представлен в таблице 12.

Таблица 12 – Технологический процесс обработки детали «рычаг» (проект)

№ операции	Наименование операции	Наименование оборудования	Содержание операции
005	Заготовительная	ГКМ	Штамповать заготовку
010	Комплексная ОЦ с ЧПУ	Вертикально – фрезерный ОЦ Okuma MB - 56 VB	1. Установить деталь 2. Фрезеровать поверхность торца № 1,2 предварительно. 3. Фрезеровать поверхность торца № 1,2 окончательно 4. Расточить отверстия поверхность № 3 предварительно. 5. Расточить отверстия поверхность № 3 окончательно 6. Расточить отверстия поверхность № 4 предварительно . 7. Расточить отверстия поверхность № 4 окончательно 8. Снять фаску 2,5*45 поверхности № 3 отверстия Ø70 9. Снять фаску 2*45 поверхности № 4 отверстия Ø50 10. Переустановить деталь. 11. Фрезеровать поверхность торца № 5,6 предварительно. 12. Фрезеровать поверхность торца № 5,6 окончательно 13. Снять фаску 2,5*45 поверхности № 3 отверстия Ø70 14. Снять фаску 2*45 поверхности № 4 отверстия Ø50
015	Горизонтально - протяжная	Горизонтально-протяжной станок 7A540	1. Установить деталь с помощью специального приспособления 2. Протянуть паз поверхность 7 3. Притупить кромки
020	Контрольная	-	Контролировать фактические параметры, на соответствие чертежными технологическим.

Име. № подл.	Подп. и дата	Взаим. име. №	Име. № дубл	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ДП 44.03.04.020.ПЗ

Лист

Эскиз детали с номерами обрабатываемых поверхностей представлен на рисунке 4.

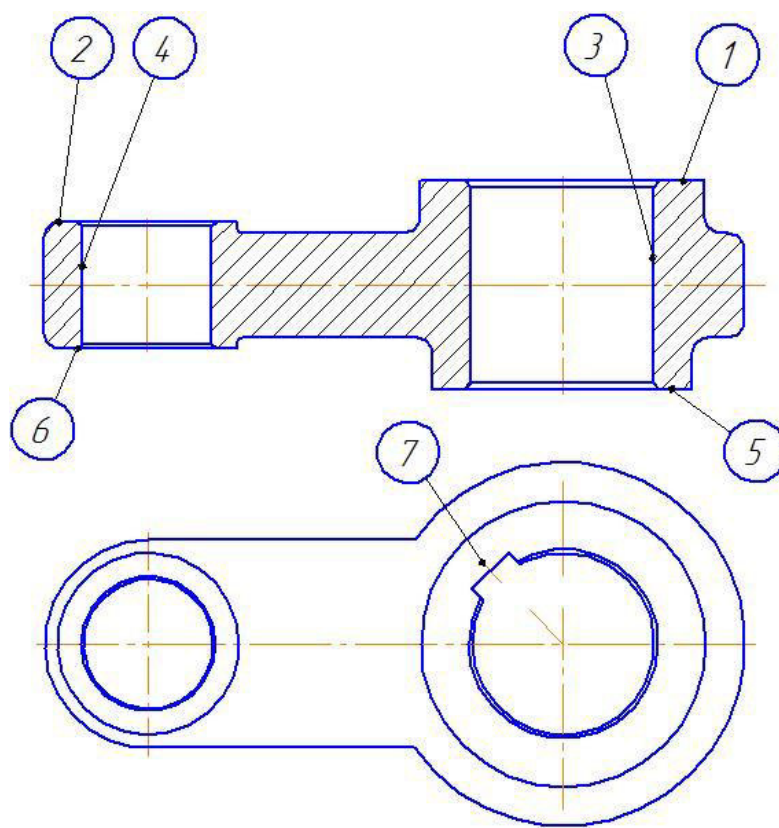


Рисунок 4 – Эскиз детали с нумерацией поверхностей

Разработанный технологический маршрут обработки детали оформлен на бланках МК, согласно ГОСТ 3.1118-82 (приложение Г).

#### 1.8. Выбор средств технологического оснащения

К средствам технологического оснащения относятся: технологическое оборудование, технологическая оснастка, средства автоматизации и механизации технологических процессов изготовления детали.

Выбор технологического оборудования – станков, зависит: от метода обработки; возможности обеспечить точность размеров и формы, а также качество поверхности изготавливаемой детали; габаритных размеров заготовок и размеров обработки; мощности, необходимой для резания; производительности и т.д.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №	Инв. № дубл	Подп. и дата	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.020.ПЗ

Для изготовления детали «Рычаг», обеспечения точности размеров и формы, а также качества поверхности изготавливаемой детали выбраны следующие виды станков:

- вертикально-фрезерный обрабатывающий центр Okuma MB-56VB с системой ЧПУ OSP-U100M (страна производитель Япония, рисунок 5) технические характеристики станка представлены в таблице 13.

- горизонтально-протяжной станок 7A540, так как станок находится на производстве не задействованным и позволяет получить шпоночный паз протягиванием (рисунок 6), технические характеристики станка представлены в таблице 14.



Рисунок 5 – Вертикально-фрезерный обрабатывающий центр Okuma MB-56VB

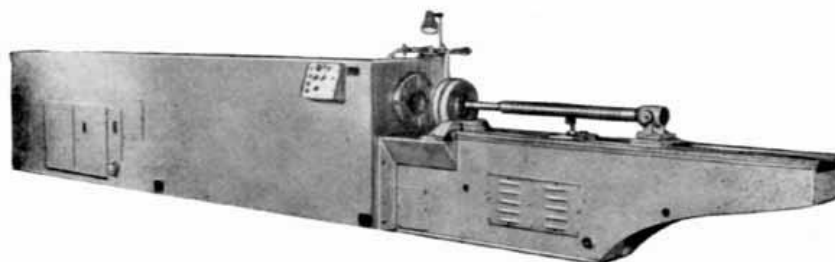


Рисунок 6– Горизонтально-протяжной станок 7A540

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №	Инв. № дубл	Подп. и дата	
Рисунок 5 – Вертикально-фрезерный обрабатывающий центр Okuma MB-56VB					
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №	Инв. № дубл	Подп. и дата	
Рисунок 6– Горизонтально-протяжной станок 7A540					
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №	Инв. № дубл	Подп. и дата	<div>ДП 44.03.04.020.ПЗ</div>
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лист

Таблица 13 – Технические характеристики вертикально-фрезерный обрабатывающий центр Okuma MB-56VB

Техническая характеристика	Okuma MB-56VB
Стол, мм	560x1300
Допустимая нагрузка на стол, кг	900
Расстояние от поверхности стола до торца шпинделя, мм	150...610
Перемещение по рабочим осям X-Y-Z, мм	1050x560x460
Скорость вращения шпинделя (бесступенчато), об/мин	6000
Инструментальный магазин, ед.	20
Мощность двигателя переменного тока, кВт	VAC 11/7.5
Габариты станка: высота, площадь занимаемая станком, мм	2750x3010x2470
Вес станка, кг	7500

Таблица 14 - Технические характеристики станка 7A540

Параметр	Значение
Класс точности станка по ГОСТ 8-82 (Н, П, В, А, С)	Н
Номинальное тяговое усилие, кН	200
Длина хода рабочих салазок, мм	1600
Рабочая ширина стола, мм	130
ЧПУ	-
Пределы частот вращения шпинделя Min/Max, об/мин.	-
Мощность, кВт	22
Габариты, мм	6840_1535_1370
Масса, кг	5124
Начало серийного выпуска, год	1969
Завод-производитель	Станкостроительный завод им. Кирова, ГП

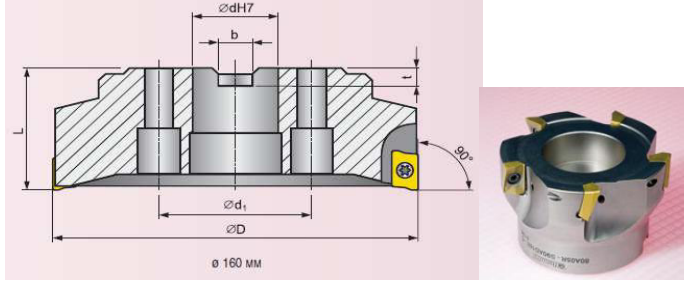
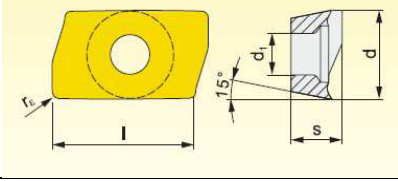
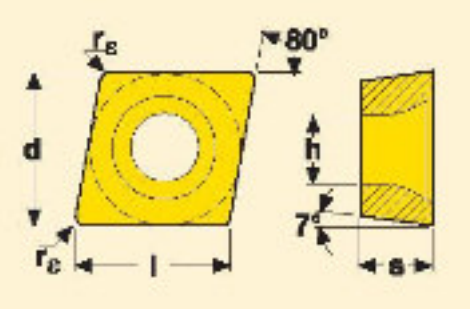
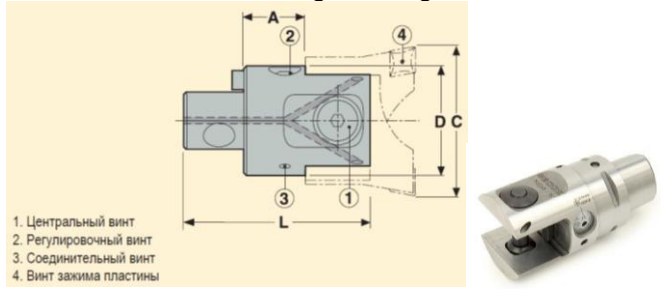
#### 1.9. Выбор режущего инструмента и средств технического контроля

Выбор режущего инструмента один из самых важных этапов проектирования технологического процесса. Учитывая, что для изготовления детали «Рычаг» было принято прогрессивное оборудование, а именно вертикально-фрезерный обрабатывающий центр Okuma MB-56VB, то инструмент также должен быть прогрессивным и отвечать требованиям, предъявляемых к режущему инструменту для использования на станках с ЧПУ.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №	Инв. № дубл	Подп. и дата						Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.020.ПЗ					

Результат подбора режущего инструмента для операции 010 «Комплексная ОЦ с ЧПУ» представлен в таблице 15.

Таблица 15 – Режущий инструмент для обработки на вертикально-фрезерном обрабатывающем центре Okuma MB-56VB

№ поверхности, вид обработки	Инструмент	Характеристика
1	2	3
Черновое и чистовое фрезерование (торцевая поверхность 80м и 49 мм)	<b>Фреза торцевая 80A05R-S90AD16E-C</b> 	$D=80$ ; $dh7=27$ ; $d1=38$ ; $L=50$ ; $b=12.4$ ; $t=7$ ; $z=7$ .
	<b>Пластина ADMX 160608SR-F 8230</b> 	$l=16$ ; $d=9.95$ ; $S=6.25$ ; $d1=4.5$ ; $r_{\varepsilon} = 0.8 \div 3.2$
Растачивание черновое (отверстия Ф50 мм и Ф70 мм)	<b>Пластина</b> 	<b>Для поверхности Ф70 ССМТ 120408-F2 TP2501</b> $l=12.9$ ; $d=12.7$ ; $S=4.76$ ; $h=5.6$ ; $r_{\varepsilon} = 0.4 \div 1.2$
		<b>Для поверхности Ф50 ССМТ 09T308-F2 TP2501</b> $l=9,7$ ; $d=9.53$ ; $S=3,97$ ; $h=4.5$ ; $r_{\varepsilon} = 0.2 \div 1.2$
	<b>Головка для черновой расточки</b> 	<b>Для поверхности Ф70 A750 50:</b> $d=28\text{мм}$ , $D=54\text{ мм}$ , $\text{ØC}=64-86\text{ мм}$ , $A=82\text{мм}$
		<b>Для поверхности Ф50 A750 30:</b> $d=18\text{мм}$ , $D=35\text{ мм}$ , $\text{ØC}=39-51\text{мм}$ , $A=65\text{ мм}$ .

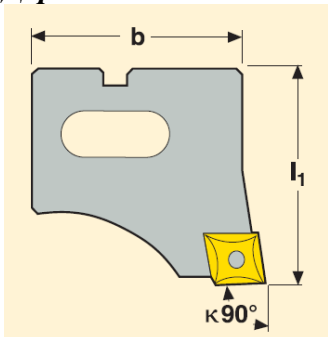
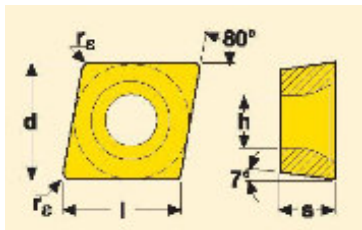
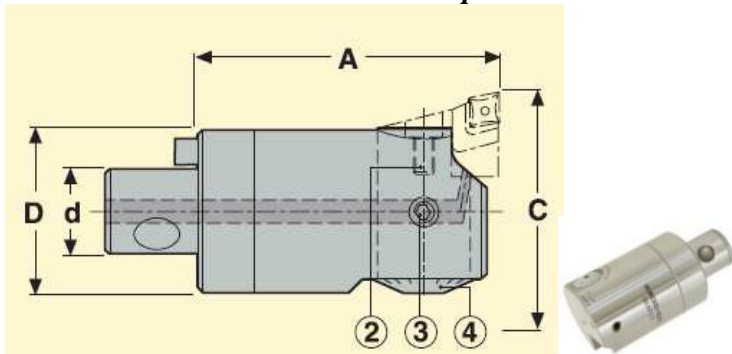
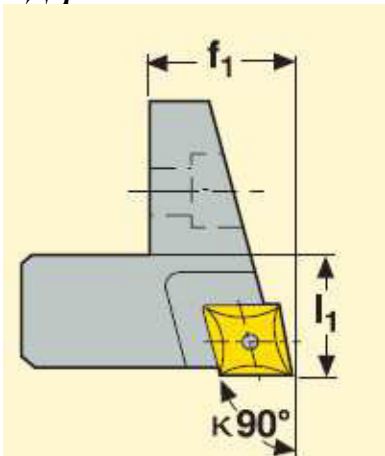
Ине. № подл.	Подп. и дата	Ине. № дубл	Подп. и дата	Взаим. ине. №	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ДП 44.03.04.020.ПЗ

Лист

Продолжение таблицы 15

1	2	3
	<p><i>Держатель пластины</i></p> 	<p><u>Для поверхности</u> <u>Ф70 А750 50СС12</u> <u>90:</u> тип пластины А, <math>\alpha=90^\circ</math>, <math>l_1 = 52</math> мм, <math>b=54</math> мм</p> <p><u>Для поверхности</u> <u>Ф50 А750 30СС09</u> <u>90:</u> тип пластины А, <math>\alpha=90^\circ</math>, <math>l_1 = 41</math> мм, <math>b=35</math>мм.</p>
	<p><i>Пластина</i></p> 	<p><u>ССМТ 060204-Ф1</u> <u>CP500</u> <math>l=6,5</math>; <math>d=6,35</math>; <math>S=2,38</math>; <math>h=2,9</math>; <math>r_E = 0.2 \div 0.8</math></p>
Растачивание чистовое (отверстия Ф50 мм и Ф70 мм)	<p><i>Головка для чистовой расточки</i></p>  <p>2- винт крепления инструмента; 3 – зажимной винт; 4 – микрометрический регулировочный винт</p>	<p><u>Для поверхности</u> <u>Ф70 А780 50:</u> <math>d=28</math>мм, <math>D=54</math> мм, <math>\varnothing C=64-86</math> мм, <math>A=82</math>мм</p> <p><u>Для поверхности</u> <u>Ф50 А780 30:</u> <math>d=18</math>мм, <math>D=35</math> мм, <math>\varnothing C=39-51</math>мм, <math>A=65</math> мм.</p>
	<p><i>Держатель пластины</i></p> 	<p><u>Для поверхности</u> <u>Ф70 А725 50</u> <math>\alpha=90^\circ</math>, <math>l_1 =</math> <math>10,3</math> мм, <math>f_1=12,5</math>мм</p> <p><u>Для поверхности</u> <u>Ф50 А725 30</u> <math>\alpha=90^\circ</math>, <math>l_1 =</math> <math>10,3</math> мм, <math>f_1=8</math> мм.</p>

Ине. № подл.	Подп. и дата
Ине. № дубл	
Взаим. инв. №	
Подп. и дата	
Ине. № подл.	

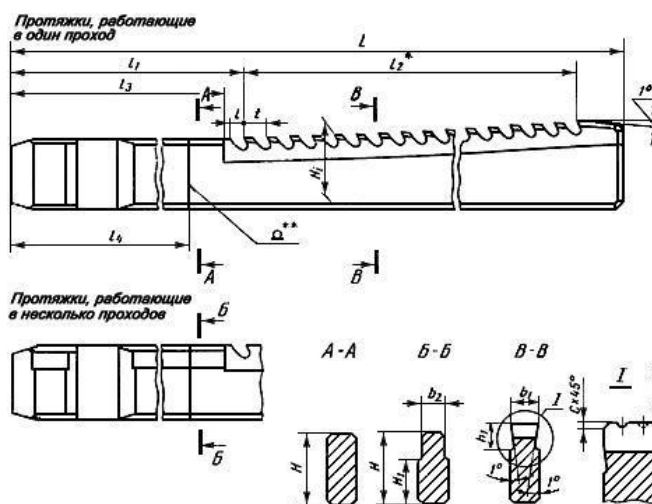
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

ДП 44.03.04.020.ПЗ

Лист



Для обработки шпоночного паза на горизонтально – протяжном станке используем – протяжку шпоночную (рисунок 7).



					ДП 44.03.04.020.ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

Установку и крепление обрабатываемой детали на протяжном станке произведем с помощью спроектированного приспособления представленного на рисунке 8, которое возможно использовать как и на протяжных станках, так и на станках с ЧПУ .

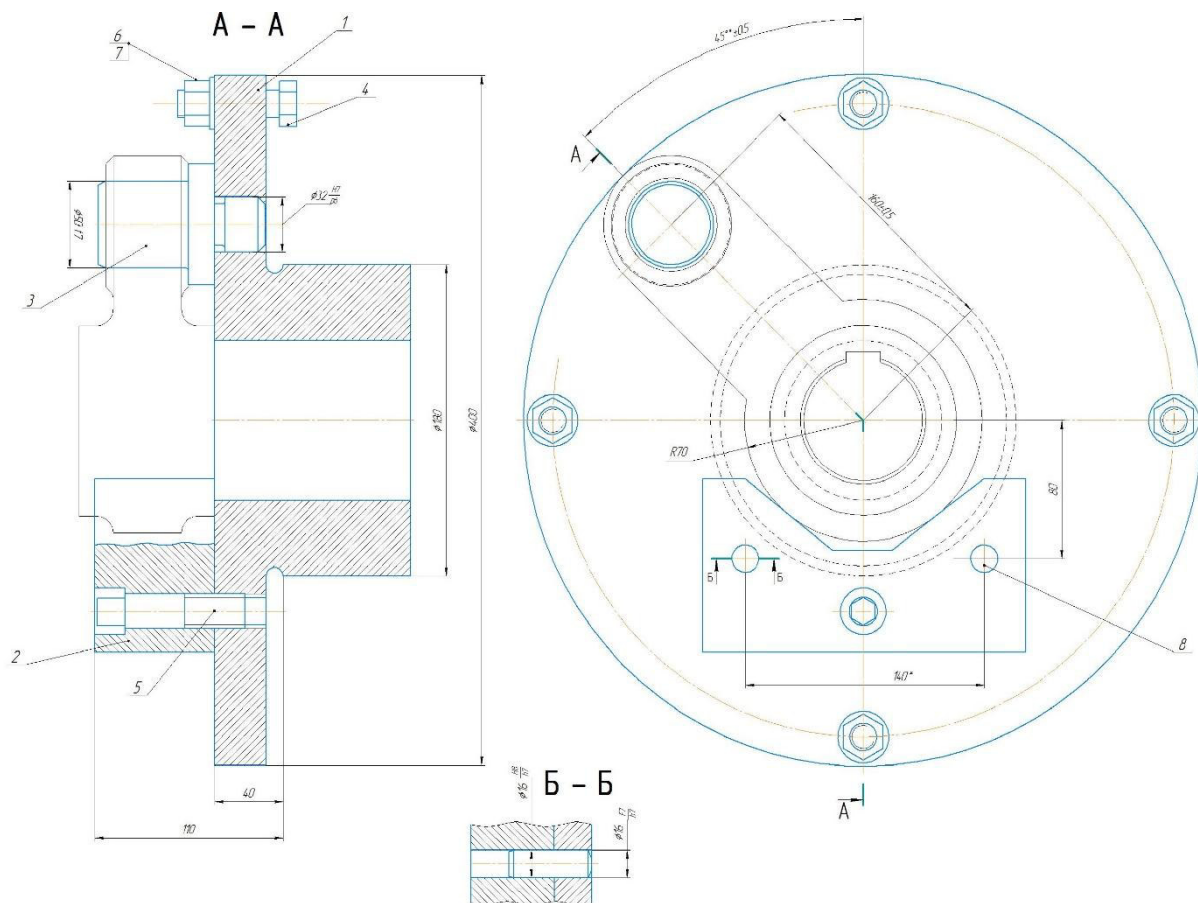


Рисунок 8- Приспособление для закрепления детали на горизонтально – протяжном станке: 1 –корпус; 2 –призма опорная; 3- палец цилиндрический; 4- болт; 5 –винт; 6- гайка; 7 –шайба; 8- штифт.

Инструмент для технического контроля представлен в таблице 16.

Таблица 16 – Контрольно-измерительный инструмент

Операция	Название операции	Тип инструмента
010	Комплексная ОЦ с ЧПУ	1.Штангенциркуль ШЦ 0-160 ГОСТ 166-89 2. Шаблон для фаски
015	Горизонтально - протяжная	1. Калибр-призма призматический

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №	Инв. № дубл	Подп. и дата	Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.020.ПЗ	Лист

## 1.10. Расчет припусков

Разрабатывая технологический процесс механической обработки заготовки, необходимо установить припуски, которые обеспечили бы заданную точность и качество обрабатываемых поверхностей и экономию ресурсов.

Существуют два метода определения припусков: расчетно-аналитический и опытно-статистический. При выполнении расчетно-аналитического метода результаты занесем в таблицу 17.

Таблица 17 - Расчет операционных размеров при обработке отверстия  $\varnothing 50H8$

Технологические переходы обработки поверхности отверстия $\varnothing 50H8$	Элементы припуска, мкм				Расчетный припуск $2Z_{\min}$ , мкм	Расчетный размер $D_p$ , мм	Допуск $T$ , мм	Предельный размер, мм		Предельные значения припусков, мм	
	$R_z$	$h$	$\rho$	$\varepsilon$				$D_{\min}$	$D_{\max}$	$2Z_{\min}^{пр}$	$2Z_{\max}^{пр}$
Заготовка	20 0	10 0	3027	30		44,95	2,8	44,95	47,75		
Черновое растачивание	50	50	151,4	0	4127,15	49,1	0,250	49,08	49,35	1,6	4,15
Чистовое растачивание	20	20	7,56	0	701,35	49,8	0,100	49,78	49,9	0,55	0,7
Тонкое растачивание	5	5	-	0	220,56	50	0,039	50	50,039	0,139	0,2
Итого:										2,289	5,05

Элементы припуска  $R_z$  и  $h$  определяются по справочным данным [3.стр.182 табл.7] и заносятся в таблицу 17.

Суммарное значение пространственных отклонений для заготовки данного типа определяется по формуле:

$$\Delta_{\Sigma} = \sqrt{\Delta_{cm}^2 + \Delta_m^2 + \Delta_k^2} \quad (14)$$

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Име. № подл.	Подп. и дата	Взаим. име. №	Име. № дубл	Подп. и дата	<p>Элементы припуска <math>R_z</math> и <math>h</math> определяются по справочным данным [3.стр.182 табл.7] и заносятся в таблицу 17.</p> <p>Суммарное значение пространственных отклонений для заготовки данного типа определяется по формуле:</p> $\Delta_{\Sigma} = \sqrt{\Delta_{cm}^2 + \Delta_m^2 + \Delta_k^2} \quad (14)$	Лист

ДП 44.03.04.020.ПЗ



$$D_{\text{max черн. раст.}} = 49,1 + 0,25 = 49,35 \text{ мм}$$

$$D_{\text{max заготовки}} = 44,95 + 2,8 = 47,75 \text{ мм}$$

Определение предельных припусков:

$$2Z_{\min i}^{np} = D_{\max i} - D_{\max i-1} \quad (20)$$

$$2Z_{\min \text{оконч. раст.}}^{np} = 50,039 - 49,9 = 0,139 \text{ мм}$$

$$2Z_{\min \text{чист. раст.}}^{np} = 49,9 - 49,35 = 0,55 \text{ мм}$$

$$2Z_{\min \text{черн. раст.}}^{np} = 49,35 - 47,75 = 1,6 \text{ мм}$$

$$1,6 + 0,55 + 0,139 = 2,289$$

$$2Z_{\max i}^{np} = D_{\min i} - D_{\min i-1} \quad (21)$$

$$2Z_{\max \text{оконч. раст.}}^{np} = 50 - 49,8 = 0,2 \text{ мм}$$

$$2Z_{\max \text{чист. раст.}}^{np} = 49,8 - 49,1 = 0,7 \text{ мм}$$

$$2Z_{\max \text{черн. раст.}}^{np} = 49,1 - 44,95 = 4,15 \text{ мм}$$

$$4,15 + 0,7 + 0,2 = 5,05$$

Определим общие припуски суммируя промежуточные припуски на обработку:

$$Z_{\max o}^{np} = \sum_{i=1}^n Z_{\max i}^{np} \quad (22)$$

$$Z_{\min o}^{np} = \sum_{i=1}^n Z_{\min i}^{np} \quad (23)$$

Проверим правильность произведенных расчетов по формулам:

$$Z_{\max i}^{np} - Z_{\min i}^{np} = T_{i-1} - T_i \quad (24)$$

$$Z_{\max o}^{np} - Z_{\min o}^{np} = T_{\text{заг}} - T_{\text{дет}}, \quad (25)$$

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №	Инв. № дубл	Подп. и дата						
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.020.ПЗ					Лист

$$5,05 - 2,289 = 2,8 - 0,039$$

$$2,761 = 2,761$$

Расчет произведен верно.

После определения припусков, допусков и промежуточных размеров изобразим схему расположения припусков, допусков и промежуточных размеров (рисунок 9).

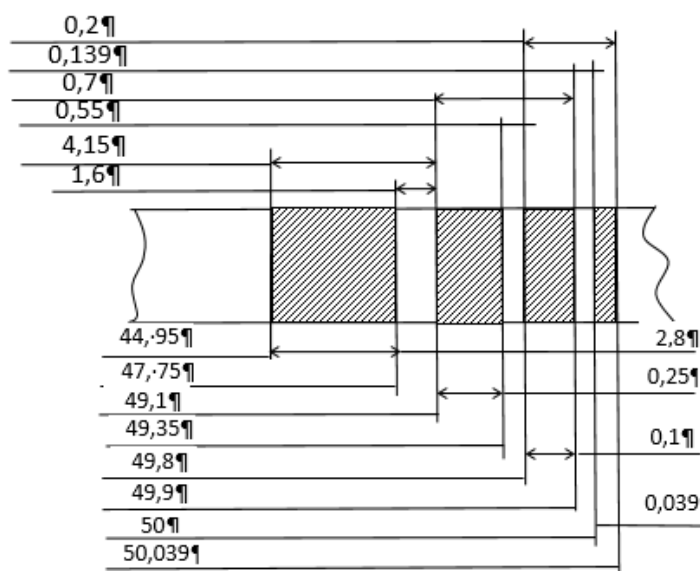


Рисунок - 9 Схема графического расположения припусков и допусков на обработку поверхности отверстия  $\varnothing 50H8$

Опытно-статистический метод подразумевает назначение припусков с помощью ГОСТ 7505-89, результаты запишем в таблицу 18.

Таблица 18 - Припуски и допуски на обрабатываемые поверхности (ГОСТ 7505-89)

Поверхность	Размер, мм.	Припуск мм.	Допуск, мм.	Предельные отклонения, мм.	
5	$\varnothing 50 H8$	2,7	4	+1,3	-2,7
1,2	49	3,0	4	+2,7	-1,3
6	$\varnothing 70 H9$	2,7	4	+1,3	-2,7
3,4	80	3,2	4,5	+3,0	-1,5

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №	Инв. № дубл	Подп. и дата	ДП 44.03.04.020.ПЗ					Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата						

### 1.11. Расчет режимов резания

Режимом резания называется совокупность элементов определяющих условия протекания процесса резания и включают в себя: глубину резания  $t$  (мм), подачу  $S_o$  (мм/об) и скорость резания  $V$  (м/мин).

Произведем расчет режимов резания для операции 015 - Горизонтально-протяжная.

При протягивании следует, исходя из геометрических параметров режущего инструмента - протяжки, необходимо рассчитать периметр резания  $\Sigma B$  - наибольшую суммарную длину лезвий всех одновременно режущих зубьев.

$$\Sigma B = B * Z_i \quad (26)$$

где  $B$  - периметр резания, равный длине обрабатываемого контура заготовки;  
 $Z_i$  - наибольшее число одновременно режущих зубьев.

$$Z_i = l/t \quad (27)$$

где  $l$  - длина обрабатываемой поверхности;  
 $t$  - шаг режущих зубьев.

$$Z_i = \frac{80}{14} \approx 6$$

$$\Sigma B = 80 * 6 = 480 \text{ мм}$$

Подача на зуб  $S_z$  заложена в конструкции протяжки и равна размерному перепаду между соседними режущими зубьями,  $S_z = 0,08$  мм/зуб.

После расчета периметра резания рассчитывается скорость резания:

$$V = 61200 * \frac{N}{P * \Sigma B} * \eta \quad (28)$$

где  $N$  - мощность протяжного станка, кВт;  
 $\eta$  - КПД протяжного станка;  
 $P$  - сила резания на 1 мм длины лезвия, Н (таблица 19).

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №	Инв. № дубл	Подп. и дата					
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.020.ПЗ				
					Лист				

Таблица 19 – Сила резания на 1 мм длины лезвия, Н

Sz, мм	0,01	0,02	0,03	0,04	0,06	0,08	0,10	0,12	0,14	0,16
Сталь	85	125	161	187	232	280	325	375	425	472
Чугун	75	89	115	134	166	200	236	268	303	336

$$V = 61200 * \frac{11}{280 * 480} * 0,8 = 4 \text{ м/мин}$$

Режимы резания для операции 015 представлены в сводной таблице 20.

Таблица 20 – Режимы резания для операции 015

№ перехода	Содержание перехода	Материал режущей части	Размер обрабатываемой поверхности, мм	Элементы режима резания					
				Глубина резания, мм <i>t</i> , мм	Подача на зуб ( <i>Sz</i> , мм/зуб)	Частота вращения шпинделя, об/мин <i>n</i> , об/мин	Скорость резания, м/мин <i>V</i> , м/мин	Подача, мм/мин <i>S<sub>мин</sub></i> , мм/мин	Мощность резания (эффективная) <i>Ne</i> , кВт
1	Установить и закрепить с помощью специального приспособления								
2	Протянуть шпоночный паз 11	P6M5	80	-	0,08	-	4	-	11

Расчет режимов резания для операции 010 ведем согласно рекомендациям, представленным в каталогах инструментов для станков с ЧПУ.

Число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 * V}{\pi * D}, \text{ об/мин} \quad (29)$$

где V – скорость резания, м/мин;

D – диаметр фрезы мм.

Все остальные результаты вычислений режимов резания для операции 010 «Комплексная на ОЦ с ЧПУ» занесем в таблицу 21.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №	Инв. № дубл	Подп. и дата						Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.020.ПЗ					



Таблица 21 – Режимы резания

№ операции	Название операции	№ перехода и содержание	Материал режущей части	Размер обрабатываемой поверхности, мм диаметр (длина)	Элементы режима резания				
					Глубина резания, $t$ , мм	Подача на оборот, $S$ , мм/об ( $S_z$ , мм/зуб)	Частота вращения шпинделя, $n$ , об/мин	Скорость резания, $V$ , м/мин	Подача минутная, $S_{мин}$ , мм/мин
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
010 (Установ А)	Комплексная на ОЦ с ЧПУ	1. Установить и закрепить							
		2. Фрезеровать торец 1 предварительно	MP3000	Ø110(110)	2,8	1,05 (0,15)	637	160	668
		3. Фрезеровать торец 2 предварительно	MP3000	Ø70(70)	2,5	1,05 (0,15)	637	160	668
		4. Фрезеровать торец 1 окончательно	MP3000	Ø110(110)	0,5	0,7 (0,1)	836	210	585
		5. Фрезеровать торец 2 окончательно	MP3000	Ø40(70)	0,5	0,7 (0,1)	836	210	585
		6. Сменить инструмент							
		7. Расточить отверстие 3 предварительно	TP2500	Ø69(85)	4,28	0,4 (0,2)	392	80	156
		8. Сменить инструмент							
		9. Расточить отверстие 3 окончательно	TP2500	Ø70 (85)	0,5	0,05 (0,05)	682	150	34
		10. Сменить инструмент							
		11. Расточить отверстие 4 предварительно	TP2500	Ø49(52)	3,5	0,4 (0,2)	566	80	226
		12. Сменить инструмент							

Име. № подл.	Подп. и дата	Взаим. име. №	Име. № дубл	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ДП 44.03.04.020.ПЗ

Лист

## Окончание таблицы 21

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
010 (Установ Б)		13. Расточить отверстие 4 окончательно	TP2500	Ø50 (52)	0,5	0,07 (0,07)	955	150	66
		15. Сменить инструмент							
		16. Фрезеровать фаску в отверстии 3	T350M	Ø25(2,5)	2,5	0,3 (0,1)	2292	180	688
		17. Фрезеровать фаску в отверстии 4	T350M	Ø25(2)	2	0,3 (0,1)	2292	180	688
	Комплексная на ОЦ с ЧПУ	1. Установить и закрепить							
		2. Фрезеровать торец 5 предварительно	MP3000	Ø100(100)	2,8	1,05 (0,15)	637	160	668
		3. Фрезеровать торец 6 предварительно	MP3000	Ø70(70)	2,5	1,05 (0,15)	637	160	668
		4. Фрезеровать торец 5 окончательно	MP3000	Ø100(100)	0,5	0,7 (0,1)	836	210	585
		5. Фрезеровать торец 6 окончательно	MP3000	Ø70(70)	0,5	0,7 (0,1)	836	210	585
		7. Сменить инструмент							
		8. Фрезеровать фаску в отверстии 3	T350M	Ø25(2,5)	2,5	0,3 (0,1)	2292	180	688
		9. Фрезеровать фаску в отверстии 4	T350M	Ø25(2)	2	0,3 (0,1)	2292	180	688

## 1.12. Расчет технических норм времени

Технические нормы времени в условиях серийного производства устанавливаются расчетно-аналитическим методом, определяется норма штучно-калькуляционного времени по формуле:

$$T_{\text{ш-к}} = T_{\text{п-з}} / n + T_{\text{шт}}, \quad (30)$$

Ине. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №	Ине. № дубл	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ДП 44.03.04.020.ПЗ

Лист

где  $n$  – количество деталей в настроечной партии, шт;

$T_{шт}$  – штучное время, мин;

$T_{п-з}$  – подготовительно-заключительное время на партию деталей, мин.

Подготовительно-заключительное время состоит: из затрат времени на получение материалов, инструментов, приспособлений, технологической документации, наряда на работу; ознакомление с работой, чертежом; получение инструктажа; установку инструментов, приспособлений, наладку оборудования на соответствующий режим; снятие приспособлений и инструмента; сдачу готовой продукции, остатков материалов, приспособлений, инструмента, технологической документации и наряда.

Штучное время:

$$t_{ш} = t_{осн} + t_{всп} + t_{обс} + t_{отд} \quad (31)$$

где  $t_{осн}$  – основное время, мин.;

$t_{всп}$  – вспомогательное время, мин.;

$t_{отд}$  – время на отдых и личные потребности, мин.;

$t_{обс}$  – время на обслуживание рабочего места, мин.

Основное время – технологическое время, при котором осуществляется изменение размеров, формы, состояния поверхностного слоя, структуры материала обрабатываемой заготовки, и определяется по следующей формуле:

$$t_{осн} = \frac{L_{расч}}{S_M} * i, \quad (32)$$

где  $l$  – расчетная длина;

$i$  – число проходов;

$S_M$  – величина минутной подачи.

Расчетная длина:

$$L = l_o + l_{вр} + l_{пер}, \quad (33)$$

где  $l_{вр}$  – величина врезания инструмента, мм;

$l_{пер}$  – величина перебега.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №	Инв. № дубл	Подп. и дата						
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.020.ПЗ					Лист

При протягивании:

$$T_o = \frac{l+(5...10)}{V*1000}, \quad (34)$$

где  $l$  – длина обработки, мм;

$V$  – скорость резания при протягивании, м/мин.

Вспомогательное время определяется как сумма затрат времени на вспомогательные приёмы, сопутствующие основной работе. В состав вспомогательного времени входит время на установку - снятие заготовки, управление станком, смену инструмента, измерение детали т.д.

Оперативное время:

$$t_{оп} = t_{осн} + t_{всп}, \quad (35)$$

Время на обслуживание рабочего места, затрачиваемое на смазывание станка, смену инструмента, удаление стружки, подготовка станка к работе в начале смены и приведение его в порядок после окончания работы, определяется в процентах от оперативного времени:

$$t_{обс} = 0,06 * (t_{осн} + t_{всп}) = 0,06 * t_{оп}, \quad (36)$$

Время на отдых и личные потребности (определяется в процентах от оперативного времени):

$$t_{отд} = 0,04 * (t_{осн} + t_{всп}) = 0,04 * t_{оп}, \quad (37)$$

Нормы времени на операции развернуто и в целом приведены в таблицах 22 и 23.

Таблица 22 - Нормы времени

№ операции	Основное время на операцию, $t_o$ , мин.	Вспомогательное время на операцию, $t_v$ , мин.	Оперативное время, $t_{оп}$ , мин.	Время на обслуживание, $t_{обс}$		Время на отдых, $t_{отд}$ , л.		Штучное время, $t_{шт}$ , мин.	Подготовительно-заключительное время на партию, $T_{пз}$ , мин	Величина партии, шт.	Штучно-калькуляционное время, $t_{шк}$ , мин
				%	мин.	%	мин.				
010	10,02	1,39	11,41	6	0,68	4	0,46	12,55	45	200	12,78
015	0,8	0,52	1,32	6	0,08	4	0,05	1,45	16	200	1,53
Итого											14,31

Име. № подл.	Подп. и дата	Взаим. име. №	Име. № дубл	Подп. и дата
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ДП 44.03.04.020.ПЗ

Лист

Таблица 23 – Основное и вспомогательное время

Элементы операции	Расчетные размеры, мм				Режим обработки			Основное время, сек	Вспомогательное время, мин		Оперативное время, мин
	Длина обрабатываемой поверхности	Врезание и перебег	Число раб. ходов	Расчетная длина	Подача, мм/об	Частота вращения, об/мин	Минутная подача, мм/мин		На установку и снятие	Вспомогательное время в целом	
	l	$\frac{V_{вр}+l}{n}$	i	L	S <sub>о</sub>	n	S <sub>мин</sub>	t <sub>о</sub>	t <sub>уст</sub>	t <sub>в</sub>	t <sub>оп</sub>
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	<i>11</i>	<i>12</i>
Операция 010– Комплексная на ОЦ с ЧПУ (Установ А)											
1. Установить и закрепить									0,3	0,3	0,3
2. Фрезеровать торец 1 предварительно	110	10	1	440	1,05	637	668	0,58		0,03	0,61
3. Фрезеровать торец 2 предварительно	70	10	1	160	1,05	637	668	0,21		0,03	0,24
4. Фрезеровать торец 1 окончательно	110	10	1	440	0,7	836	585	0,66		0,03	0,69
5. Фрезеровать торец 2 окончательно	70	10	1	160	0,7	836	585	0,24		0,03	0,27
6. Сменить инструмент										0,05	0,05
7. Расточить отверстие 3 предварительно	85	5	1	88,5	0,4	392	156	1,45		0,06	1,51
8. Сменить инструмент										0,05	0,05
9. Расточить отверстие 3 окончательно	85	5	1	88,5	0,05	682	34	2,66		0,03	2,17
10. Сменить инструмент										0,05	0,05
11. Расточить отверстие 4 предварительно	52	5	1	57	0,4	566	226	0,93		0,06	0,99
12. Сменить инструмент										0,05	0,05
13. Расточить отверстие 4 окончательно	52	5	1	88,5	0,07	955	66	2,66		0,03	2,17
14. Сменить инструмент										0,05	0,05
15. Фрезеровать фаску в отверстии 3	2,5	5	1	7,5	0,3	2292	688	0,01		0,03	0,04
16. Фрезеровать фаску в отверстии 4	2	4	1	7	0,3	2292	688	0,01		0,03	0,04
<b>ИТОГО</b>								<b>8,43</b>	<b>0,3</b>	<b>0,86</b>	<b>9,29</b>
Операция 010– Комплексная на ОЦ с ЧПУ (Установ Б)											
1. Установить и закрепить									0,3	0,3	0,3
2. Фрезеровать торец 5 предварительно	100	10	1	400	1,05	637	668	0,52		0,03	0,55

Ине. № подл.	Подп. и дата	Взаим. ине. №	Ине. № дубл	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ДП 44.03.04.020.ПЗ

Лист

Окончание таблицы 23

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	<i>11</i>	<i>12</i>
3. Фрезеровать торец 6 предварительно	70	10	1	160	1,05	637	668	0,21		0,03	0,24
4. Фрезеровать торец 5 окончательно	100	10	1	400	0,7	836	585	0,60		0,03	0,63
5. Фрезеровать торец 6 окончательно	70	10	1	160	0,7	836	585	0,24		0,03	0,27
6. Сменить инструмент										0,05	0,05
7. Фрезеровать фаску в отверстии 3	2,5	4	1	7,5	0,3	2292	688	0,01		0,03	0,04
8. Фрезеровать фаску в отверстии 4	2	5	1	7	0,3	2292	688	0,01		0,03	0,04
<b>ИТОГО</b>								<b>1,59</b>	<b>0,3</b>	<b>0,53</b>	<b>2,12</b>
<b>ВСЕГО ПО ОПЕРАЦИИ</b>								<b>10,02</b>	<b>0,6</b>	<b>1,39</b>	<b>11,41</b>
Операция 015– Горизонтально - протяжная											
1. Установить и закрепить									0,3	0,3	0,3
2. Протянуть шпоночный паз 7	80	-	1	80	(0,08)			0,8		0,22	1,02
<b>ИТОГО</b>								<b>0,8</b>		<b>0,52</b>	<b>1,32</b>

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №	Инв. № дубл	Подп. и дата	Подп. и дата	ДП 44.03.04.020.ПЗ					Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата							

## 2. РАЗРАБОТКА УПРАВЛЯЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ

Применение в производстве деталей станков с ЧПУ имеет ряд преимуществ, сюда можно отнести: сокращение общей длительности цикла изготовления детали; обработка деталей сложных конфигураций; повышение точности форм и размеров получаемых деталей; рост производительности труда, а также снижение трудоемкости изготовления деталей, снижение затрат на приспособления и переналадку, что приводит к снижению себестоимости продукции.

Для реализации обработки детали «Рычаг» на вертикально – фрезерном обрабатывающем центре Okuma MB-56VB с системой ЧПУ OSP P-100 необходимо разработать управляющую программу.

Управляющая программа содержит закодированную информацию о траектории и скорости перемещения исполнительных органов станка, частоту вращения шпинделя и т.д.

Управляющую программу разработаем для операции 010, результаты внесём в таблицу 24.

Таблица 24 - Управляющая программа для операции 010 ( установ А,Б)

№	Кодирование информации, содержание кадра	Содержание кадра УП
1	2	3
1	G40 G17 G53 G80 G90	Кадр безопасности. Отмена компенсации размера инструмента, выбор рабочей плоскости X-Y, переключение на систему координат станка, отмена циклов сверления, выбор абсолютных размеров.
2	G15 H1	Назначение координатной системы номер 1
3	T01 M6	Смена инструмента. Выбор фрезы
4	N901	Пустой кадр для поиска.
5	S637 M3	Включение оборотов 637 об/мин по часовой.
6	G0 X0 Y-125 A0	Выход на ускоренной подаче в стартовую точку в плоскости X-Y и установка оси вращения в нулевую позицию.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №	Инв. № дубл	Подп. и дата	ДП 44.03.04.020.ПЗ					Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата						

Продолжение таблицы 24

1	2	3
7	G56 Z13.2 H1	Активация вылета 1 инструмента и перемещение на безопасную высоту Z13.2
8	Z.5	Черновой проход при обработке методом круговой интерполяции по часовой торца Ф70Н9 с выбором подачи 669мм/мин и включением СОЖ.
9	G1 Y-37.5 F669 M8	
10	G2 I0 J37.5	
11	G1 Y-109.5	
12	G0 Z13.2	
13	M9	Выключение СОЖ
14	M1	Останов по требованию.
15	S637 M3	Включение оборотов 637 об/мин по часовой.
16	G0 X160. Y-99. A0	Выход на ускоренной подаче в стартовую точку в плоскости X-Y и установка оси вращения в нулевую позицию.
17	Z10.	Перемещение на безопасную высоту Z10.
18	Z-14.5	Черновой проход при обработке методом круговой интерполяции по часовой торца Ф50Н8 с выбором подачи 669 мм/мин и включением СОЖ.
19	G1 Y-27. F669 M8	
20	G2 I0 J27.	
21	G1 Y-99.	
22	G0 Z10.	
23	M9	Выключение СОЖ.
24	M1	Останов по требованию.
25	S836 M3	Включение оборотов 836 об/мин по часовой.
26	G0 X0 Y-125 A0	Выход на ускоренной подаче в стартовую точку в плоскости X-Y и установка оси вращения в нулевую позицию.
27	Z13.2	Перемещение на безопасную высоту Z13.
28	Z0	Чистовой проход при обработке методом круговой интерполяции по часовой торца Ф70Н9 с выбором подачи 585 мм/мин и включением СОЖ.
29	G1 Y-37.5 F585 M8	
30	G2 I0 J37.5	
31	G1 Y-73.5	
32	G0 Z13.2	Перемещение на безопасную высоту Z13.
33	M9	Выключение СОЖ.
34	M1	Останов по требованию.
35	S836 M3	Включение оборотов 836 об/мин по часовой.
36	G0 X160. Y-99. A0	Выход на ускоренной подаче в стартовую точку в плоскости X-Y и установка оси вращения в нулевую позицию.
37	Z10.	Перемещение на безопасную высоту Z10.
38	Z-15.5	чистовой проход при обработке методом круговой

Име. № подл.	Подп. и дата	Взаим. име. №	Име. № дубл	Подп. и дата	
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	
ДП 44.03.04.020.ПЗ					Лист



Продолжение таблицы 24

1	2	3
39	G1 Y-27. F585 M8	интерполяции по часовой торца Ф70Н9 с выбором подачи 585 мм/мин и включением СОЖ.
40	G2 I0 J27.	
41	G1 Y-63.	
42	G0 Z10.	Перемещение на безопасную высоту Z10.
43	M9	Выключение СОЖ.
44	M1	Останов по требованию.
45	T02 M6	Смена инструмента. Выбор расточной системы
46	N902	Пустой кадр для поиска.
47	S392 M3	Включение оборотов 392 об/мин по часовой.
48	G0 X0 Y0 A0	Выход на ускоренной подаче в стартовую точку в плоскости X-Y и установка оси вращения в нулевую позицию.
49	G56 Z8. H2	Активация вылета 2 инструмента и перемещение на безопасную высоту Z8
50	G71 Z8.	Обозначение уровня возврата
51	M53	Возврат на указанный уровень в G71
52	M8	Включение СОЖ.
53	G81 X0 Y0 Z-85. R8. F157	Вызов сверлильного цикла с подачей 103 мм/мин
54	G80	Отмена сверлильного цикла
55	M54	Возврат на уровень, указанный в цикле – R8
56	M9	Выключение СОЖ.
57	M1	Останов по требованию.
58	T04 M6	Смена инструмента. Выбор расточной системы
59	N904	Пустой кадр для поиска.
60	S682 M3	Включение оборотов 682 об/мин по часовой.
61	G0 X0 Y0 A0	Выход на ускоренной подаче в стартовую точку в плоскости X-Y и установка оси вращения в нулевую позицию.
62	G56 Z8 H4	Активация вылета 4 инструмента и перемещение на безопасную высоту Z8
63	G71 Z8	Обозначение уровня возврата
64	M53	Возврат на указанный уровень в G71
65	M8	Включение СОЖ.
66	G81 X0 Y0 Z-85. R8. F34	Вызов сверлильного цикла с подачей 34 мм/мин
67	G80	Отмена сверлильного цикла
68	M54	Возврат на уровень, указанный в цикле – R8
69	M9	Выключение СОЖ.
70	M1	Останов по требованию.
71	T03 M6	Смена инструмента. Выбор расточной системы
72	N903	Пустой кадр для поиска.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №	Инв. № дубл	Подп. и дата	ДП 44.03.04.020.ПЗ					Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата						

## Продолжение таблицы 24

1	2	3
73	S566 M3	Включение оборотов 566 об/мин по часовой.
74	G0 X160. Y0 A0	Выход на ускоренной подаче в стартовую точку в плоскости X-Y и установка оси вращения в нулевую позицию.
75	G56 Z-7.5 H4	Активация вылета 4 инструмента и перемещение на безопасную высоту Z-7.5
76	G71 Z-7.5	Обозначение уровня возврата
77	M53	Возврат на указанный уровень в G71
78	M8	Включение СОЖ.
79	G81 X160. Y0 Z-69.5 R-7.5 F112	Вызов сверлильного цикла с подачей 112 мм/мин
80	G80	Отмена сверлильного цикла
81	M54	Возврат на уровень, указанный в цикле – R8
82	M9	Выключение СОЖ.
83	M1	Останов по требованию.
84	T05 M6	Смена инструмента. Выбор расточной системы
85	N905	Пустой кадр для поиска.
86	S955 M3	Включение оборотов 955 об/мин по часовой.
87	G0 X160. Y0 A0	Выход на ускоренной подаче в стартовую точку в плоскости X-Y и установка оси вращения в нулевую позицию.
88	G56 Z-7.5 H5	Активация вылета 5 инструмента и перемещение на безопасную высоту Z-7.5
89	G71 Z-7.5	Обозначение уровня возврата
90	M53	Возврат на указанный уровень в G71
91	M8	Включение СОЖ.
92	G81 X160. Y0 Z-69.5 R-7.5 F67	Вызов сверлильного цикла с подачей 67мм/мин
93	G80	Отмена сверлильного цикла
94	M54	Возврат на уровень, указанный в цикле – R8
95	M9	Выключение СОЖ.
96	M1	Останов по требованию.
97	T06 M6	Смена инструмента. Выбор фрезы
98	N906	Пустой кадр для поиска.
99	S2292 M3	Включение оборотов 2292 об/мин по часовой.
100	G0 X0 Y7.5 A0	Выход на ускоренной подаче в стартовую точку в плоскости X-Y и установка оси вращения в нулевую позицию.
101	G56 Z10. H6	Активация вылета 6 инструмента и перемещение на безопасную высоту Z10
102	Z-2.5	Вызов коррекции на радиус фрезы. Включение СОЖ и обработка фаски круговой интерполяцией против часовой стрелки с подачей 688 мм/мин. Отключение коррекции
103	G41 G1 Y35. F688 M8	

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №	Инв. № дубл	Подп. и дата	88	G56 Z-7.5 H5	Активация вылета 5 инструмента и перемещение на безопасную высоту Z-7.5
					89	G71 Z-7.5	Обозначение уровня возврата
					90	M53	Возврат на указанный уровень в G71
					91	M8	Включение СОЖ.
					92	G81 X160. Y0 Z-69.5 R-7.5 F67	Вызов сверлильного цикла с подачей 67мм/мин
					93	G80	Отмена сверлильного цикла
					94	M54	Возврат на уровень, указанный в цикле – R8
					95	M9	Выключение СОЖ.
					96	M1	Останов по требованию.
					97	T06 M6	Смена инструмента. Выбор фрезы
					98	N906	Пустой кадр для поиска.
					99	S2292 M3	Включение оборотов 2292 об/мин по часовой.
					100	G0 X0 Y7.5 A0	Выход на ускоренной подаче в стартовую точку в плоскости X-Y и установка оси вращения в нулевую позицию.
					101	G56 Z10. H6	Активация вылета 6 инструмента и перемещение на безопасную высоту Z10
					102	Z-2.5	Вызов коррекции на радиус фрезы. Включение СОЖ и обработка фаски круговой интерполяцией против часовой стрелки с подачей 688 мм/мин. Отключение коррекции
					103	G41 G1 Y35. F688 M8	

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.020.ПЗ	Лист

Продолжение таблицы 24

1	2	3
104	G3 I0 J-35	
105	G40 G1 Y7.5	
106	G0 Z10.	Перемещение на безопасную высоту Z10.
107	M9	Выключение СОЖ.
108	M1	Останов по требованию.
109	S2292 M3	Включение оборотов 2292 об/мин по часовой.
110	G0 X160. Y2.5 A0	Выход на ускоренной подаче в стартовую точку в плоскости X-Y и установка оси вращения в нулевую позицию.
111	Z10.	Перемещение на безопасную высоту Z10.
112	Z-17.5	Вызов коррекции на радиус фрезы. Включение СОЖ и обработка фаски круговой интерполяцией против часовой стрелки с подачей 688 мм/мин. Отключение коррекции.
113	G41 G1 Y25. F688 M8	
114	G3 I0 J-25.	
115	G40 G1 Y2.5	
116	G0 Z10.	Перемещение на безопасную высоту Z10.
117	M9	Выключение СОЖ.
118	M1	Останов по требованию.
119	M5	Останов оборотов
120	M30	Конец программы
121	<b>Установ Б</b>	
122	G40 G17 G53 G80 G90	Кадр безопасности. Отмена компенсации размера инструмента, выбор рабочей плоскости X-Y, переключение на систему координат станка, отмена циклов сверления, выбор абсолютных размеров.
123	G15 H1	Назначение координатной системы номер 1
124	T01 M6	Смена инструмента. Выбор фрезы
125	N901	Пустой кадр для поиска.
126	S637 M3	Включение оборотов 637 об/мин по часовой.
127	G0 X0 Y-109.5 A0	Выход на ускоренной подаче в стартовую точку в плоскости X-Y и установка оси вращения в нулевую позицию.
128	G56 Z13.2 H1	Активация вылета 1 инструмента и перемещение на безопасную высоту Z13.2
129	Z0.5	Черновой проход при обработке методом круговой интерполяции по часовой торца Ф70Н9 с выбором подачи 669 мм/мин и включением СОЖ.
130	G1 Y-37.5 F669 M8	
131	G2 I0 J37.5	
132	G1 Y-109.5	
133	G0 Z13.2	Перемещение на безопасную высоту Z13.2
134	M9	Выключение СОЖ.
135	M1	Останов по требованию.

Ине. № подл.	Подп. и дата	Ине. № дубл	Подп. и дата	Взаим. ине. №	Ине. № дубл	Подп. и дата	Ине. № подл.

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ДП 44.03.04.020.ПЗ

Лист

Продолжение таблицы 24

1	2	3
136	S637 M3	Включение оборотов 1273 об/мин по часовой.
137	G0 X160. Y-99. A0	Выход на ускоренной подаче в стартовую точку в плоскости X-Y и установка оси вращения в нулевую позицию.
138	Z10.	Перемещение на безопасную высоту Z10.
139	Z-14.5	Черновой проход при обработке методом круговой интерполяции по часовой торца Ф50Н8 с выбором подачи 669 мм/мин и включением СОЖ.
140	G1 Y-27. F669 M8	
141	G2 I0 J27.	
142	G1 Y-99.	
143	G0 Z10.	Перемещение на безопасную высоту Z10.
144	M9	Выключение СОЖ.
145	M1	Останов по требованию.
146	S836 M3	Включение оборотов 836 об/мин по часовой.
147	G0 X0 Y-109.5 A0	Выход на ускоренной подаче в стартовую точку в плоскости X-Y и установка оси вращения в нулевую позицию.
148	Z13.	Перемещение на безопасную высоту Z13.
149	Z0	Чистовой проход при обработке методом круговой интерполяции по часовой торца Ф70Н9 с выбором подачи 585 мм/мин и включением СОЖ.
150	G1 Y-37.5 F585 M8	
151	G2 I0 J37.5	
152	G1 Y-109.5	
153	G0 Z13.	Перемещение на безопасную высоту Z13.
154	M9	Выключение СОЖ.
155	M1	Останов по требованию.
156	S836 M3	Включение оборотов 1671 об/мин по часовой.
157	G0 X160. Y-99. A0	Выход на ускоренной подаче в стартовую точку в плоскости X-Y и установка оси вращения в нулевую позицию.
158	Z10.	Перемещение на безопасную высоту Z10.
159	Z-15.5	Чистовой проход при обработке методом круговой интерполяции по часовой торца Ф50Н9 с выбором подачи 585 мм/мин и включением СОЖ.
160	G1 Y-27. F585 M8	
161	G2 I0 J27.	
162	G1 Y-99.	
163	G0 Z10.	Перемещение на безопасную высоту Z10.
164	M9	Выключение СОЖ.
165	M1	Останов по требованию.
166	T06 M6	Смена инструмента. Выбор фрезы
167	N906	Пустой кадр для поиска.
168	S2292 M3	Включение оборотов 2292 об/мин по часовой.
169	G0 X0 Y7.5 A0	Выход на ускоренной подаче в стартовую точку в плоскости X-Y и установка оси вращения в нулевую позицию.

Ине. № подл.	Подп. и дата	Ине. № дубл	Подп. и дата	Взаим. ине. №	Ине. № дубл	Подп. и дата	Ине. № подл.

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ДП 44.03.04.020.ПЗ

Лист

## Окончание таблицы 24

1	2	3
170	G56 Z10. H6	Активация вылета 6 инструмента и перемещение на безопасную высоту Z10
171	Z-2.5	Вызов коррекции на радиус фрезы. Включение СОЖ и обработка круговой интерполяцией против часовой стрелки с подачей 688 мм/мин. Отключение коррекции.
172	G41 G1 Y35. F688 M8	
173	G3 I0 J-35	
174	G40 G1 Y7.5	
175	G0 Z10.	Перемещение на безопасную высоту Z10.
176	M9	Выключение СОЖ.
177	M1	Останов по требованию.
178	S2292 M3	Включение оборотов 2292 об/мин по часовой.
179	G0 X160. Y2.5 A0	Выход на ускоренной подаче в стартовую точку в плоскости X-Y и установка оси вращения в нулевую позицию.
180	Z10.	Перемещение на безопасную высоту Z10.
181	Z-17.5	Вызов коррекции на радиус фрезы. Включение СОЖ и обработка круговой интерполяцией против часовой стрелки с подачей 688 мм/мин. Отключение коррекции.
182	G41 G1 Y25. F688 M8	
183	G3 I0 J-25.	
184	G40 G1 Y2.5	
185	G0 Z10.	Перемещение на безопасную высоту Z10.
186	M9	Выключение СОЖ.
187	M1	Останов по требованию.
188	M5	Отключение оборотов.
189	M30	Конец программы

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №	Инв. № дубл	Подп. и дата						
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.020.ПЗ					Лист

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №	Инв. № дубл	Подп. и дата

Исходные данные для выполнения экономических расчётов:

## 2. Нормы времени по операциям;

-по базовому - 010  $T_{шт} = 138$  мин.; операция 015  $T_{шт} = 18$  мин.;

- по проекту – двухсменный, продолжительность смены 16 часов;

#### 4. Стоимость оборудования для реализации проекта:

5. Горизонтально – протяжной станок 7А540 – необходимый для выполнения операции 015 «Горизонтально – протяжная» имеется на производстве, и находится в простое;

7. Стоимость энергоресурсов, а именно стоимость электроэнергии  $C_3 = 5,35$  руб./кВт·ч ;

8. Годовой фонд времени для одного рабочего сформирован в таблицу 25.

Таблица 25 – Годовой фонд времени одного рабочего в 2019 году.

№	Статья баланса	Продолжительность
1	Календарное время	365 дней
2	Количество выходных и праздничных дней	118 дней
3	Номинальный фонд рабочего времени	247 дней
4	Потери (основной и дополнительный отпуска – 28; болезни -2; прочие – 6)	36 дней
5	Внутрисменные потери рабочего времени	1 день
6	Рабочие дни продолжительностью 8 часов	241 дней
7	Рабочие дни продолжительностью 7 часов	6
8	Действительный годовой фонд времени	1682 часа

### 3.1. Расчет капитальных вложений

Капитальные вложения определяют путем суммирования вложений в оборудование, приспособления и программное обеспечение. Расчет капитальных вложений производит по формуле:

$$K = K_{об} + K_{прс} + K_{прг}, \quad (38)$$

где  $K_{об}$  – капитальные вложения в оборудование, руб.;

$K_{прс}$  – капитальные вложения в приспособления, руб.;

$K_{прг}$  – капитальные вложения в программное обеспечение, руб.;

Определение количества технологического оборудования, необходимого для выполнения технологического процесса изготовления детали «Рычаг» совершают по формуле:

$$q = \frac{t * N_{год}}{F_{об} * k_{вн} * k_3 * 60}, \quad (39)$$

где  $t$  – штучно- калькуляционное время, мин.;

$N_{год}$  – годовая программа выпуска деталей, шт.;

$F_{об}$  – действительный фонд времени работы оборудования, ч.;

$k_{вн}$  – коэффициент выполнения норм времени, по данным предоставленными предприятием равен 1,0-1,5, примем 1;

$k_3$  – коэффициент загрузки оборудования, по данным предоставленными предприятием равен 0,75;

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №	Инв. № дубл	Подп. и дата	ДП 44.03.04.020.ПЗ					Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата						

Определим действительный годовой фонд рабочего времени по формуле:

$$F_{об} = F_n * \left(1 - \frac{k_p}{100}\right), \quad (40)$$

где  $F_n$  – номинальный фонд работы единицы оборудования, ч.;

$k_p$  – потери номинального времени работы единицы оборудования на ремонтные работы, 2 %.

С целью определения номинального фонда времени необходимо определить сколько рабочих дней в году являются 8 – часовыми, а также сколько сокращенных на один час предпраздничных рабочих дней в году.

Количество рабочих часов оборудования определяют по формуле:

а) для базового варианта при односменной работе

$$F_n = 241 * 8 + 6 * 7 = 1970 \text{ ч.}$$

б) для проектируемого варианта при двусменной работе

$$F_n = (241 * 8 + 6 * 7) * 2 = 3940 \text{ ч.}$$

При расчете действительного фонда времени работы оборудования необходимо учитывать потери рабочего времени на ремонтные работы, для ОЦ с ЧПУ они составляют 9%, а для универсального оборудования 2%. Отсюда:

а) для базового варианта при односменной работе горизонтально – расточного станка 2620ВФ1-А и долбежного станка 7Д430:

$$F_{об} = 1970 * (1 - 0,02) = 1931 \text{ ч.}$$

б) для проектируемого варианта при двусменной работе вертикально-фрезерного обрабатывающего центра Okuma MB-56VB:

$$F_{об} = 3940 * (1 - 0,09) = 3586 \text{ ч.}$$

в) для проектируемого варианта при двусменной работе горизонтально – протяжного станка:

$$F_{об} = 3940 * (1 - 0,02) = 3862 \text{ ч.}$$

Следующий этап – это определение необходимого оборудования, с учетом годовой программы выпуска деталей, а также штучно-калькуляционного времени на каждую операцию.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №	Инв. № дубл	Подп. и дата	ДП 44.03.04.020.ПЗ					Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата						



а) базовый вариант

$$q_{010} = \frac{N \cdot T_{\text{шт}}}{60 \cdot F_d \cdot \eta_{\text{зн}}} = \frac{300 \cdot 120}{60 \cdot 1931 \cdot 0,8} = \frac{36000}{92688} = 0,3 \text{ шт.};$$

$$q_{015} = \frac{N \cdot T_{\text{шт}}}{60 \cdot F_d \cdot \eta_{\text{зн}}} = \frac{300 \cdot 18}{60 \cdot 1931 \cdot 0,8} = \frac{5100}{92688} = 0,05 \text{ шт.};$$

б) проектируемый вариант

$$q_{010} = \frac{12,78 \cdot 1700}{3586 \cdot 0,75 \cdot 60} = \frac{21726}{161370} = 0,13 \text{ шт.};$$

$$q_{015} = \frac{1,53 \cdot 1700}{3862 \cdot 0,75 \cdot 60} = \frac{2601}{173790} = 0,014 \text{ шт.},$$

Полученный результат оформим в виде таблицы 26 и 27, округлив расчетное количество оборудования до ближайшего целого числа.

Таблица 26 - Количество необходимого технологического оборудования для базового варианта

Наименование оборудования	Штучно – калькуляционное время, мин.	Расчетное количество станков, шт.	Принятое количество станков, шт.
Горизонтально –расточной 2620В Ф1-А	120	0,3	1
Долбежный станок 7 Д430	18	0,05	1
ИТОГО	138	0,35	2

Таблица 27 - Количество необходимого технологического оборудования для проектируемого варианта

Наименование оборудования	Штучно – калькуляционное время, мин.	Расчетное количество станков, шт.	Принятое количество станков, шт.
Вертикально-фрезерный обрабатывающий центр Okuma MB-56VB	12,78	0,13	1
Горизонтально - протяжной станок 7А 540	1,53	0,014	1
ИТОГО	14,31	1,44	2

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №	Инв. № дубл	Подп. и дата	Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.020.ПЗ	Лист

### 3.2. Определение капитальных вложений в оборудование

Сводная ведомость по оборудованию для проектируемого варианта представлена в таблице 28. При расчётах не учитываем стоимость горизонтально –протяжного станка, так как он имеется на предприятии.

Таблица 28 – Капитальные вложения в оборудование

Наименование оборудования	Кол-во	Мощность станка, кВт		Стоимость оборудования, руб.		Капитальные вложения руб.
		Одного станка	Всех станков	Цена	Монтаж	
Вертикально-фрезерный обрабатывающий центр Okuma MB-56VB	1	11	11	409635	140000	549635

### 3.3. Расчет технологической себестоимости детали

На данном этапе работы рассчитывают только те статьи затрат, которые изменяются в сравниваемых вариантах.

Определить технологическую себестоимость для обоих вариантов находим согласно формуле:

$$C = Z_m + Z_{зп} + Z_э + Z_{об} + Z_{осн} + Z_{и}, \quad (41)$$

где  $Z_m$  - затраты на материал заготовки, руб.;

$Z_{зп}$  - затраты на заработную плату, руб.;

$Z_э$  - затраты на энергоресурсы, руб.;

$Z_{об}$  - затраты на содержание и эксплуатацию оборудования, руб.;

$Z_{осн}$  - затраты, связанные с эксплуатацией оснастки, руб.;

$Z_{и}$  - затраты на режущий инструмент, руб.

Затраты на материалы рассчитываем по формуле:

$$Z_3 = K * (Q_3 * M_3 - Q_{отх} * M_{отх}), \quad (42)$$

где  $K$  – коэффициент, учитывающий транспортно – заготовительные расходы 1,4.%;

$Q_3$  – цена материала заготовки за кг, руб.;

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №	Инв. № дубл	Подп. и дата	ДП 44.03.04.020.ПЗ					Лист
					Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	

$M_3$  – масса заготовки, кг;

$Q_{отх}$  – цена за один кг отходов, руб.;

$M_{отх}$  – масса отходов, кг;

а) базовый вариант

$$З_3 = 1.4 * (112 * 28,4 - 14.4 * 20,57) = 4039 \text{ руб.}$$

б) проектируемый вариант

$$З_3 = 1.4 * (112 * 8,33 - 14.4 * 0,5) = 1297 \text{ руб.}$$

Затраты на заработную плату основных рабочих изготавливающих заготовку определяют по формуле:

$$З_{пр} = C_T * t_{шт-к} * k_{мн} * k_{доп} * k_p, \quad (43)$$

где  $C_T$  - часовая тарифная ставка рабочего занятого на производстве, руб.;

$t_{шт-к}$  - штучно – калькуляционное время на операцию, ч.;

$k_{мн}$  – коэффициент, учитывающий многостаночное обслуживание;

$k_{доп}$  - коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату;

$k_p$  - районный коэффициент, компенсирующий различия в стоимости в зависимости от природно – климатических условий.

а) базовый:

$$З_{пр} = 90 * 0,6 * 1,2 * 1,15 * 1 = 74,52 \text{ руб.}$$

б) проектируемый:

$$З_{пр} = 70 * 0,017 * 1,2 * 1,15 * 1 = 1,6 \text{ руб.}$$

Заработная плата рабочих занятых на производстве основная и дополнительная считается с учетом отчислений на социальное страхование, при применении сдельной системы оплаты труда. Затраты на заработную плату определим по формуле:

$$З_{пр} = C_T * t_{шт-к} * k_{мн} * k_{доп} * k_p, \quad (44)$$

где  $C_T$  - часовая тарифная ставка рабочего занятого на производстве, руб.;

$t_{шт-к}$  - штучно – калькуляционное время на операцию, ч.;

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №	Инв. № дубл	Подп. и дата					
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.020.ПЗ				
					Лист				

$k_{\text{мн}}$  – коэффициент, учитывающий многостаночное обслуживание 1;  
 $k_{\text{доп}}$  - коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату 1,2;  
 $k_{\text{р}}$  - районный коэффициент, компенсирующий различия в стоимости в зависимости от природно – климатических условий 1,15.

Следующий этап определение численности необходимых станочников по формуле:

$$\text{Ч}_{\text{ст}} = \frac{t_{\text{шт-к}} * N_{\text{год}} * k_{\text{мн}}}{F_{\text{р}} * 60}, \quad (45)$$

где  $t$  – штучно – калькуляционное время, мин.;

$N_{\text{год}}$  - годовая программа выпуска готовых деталей, шт.;

$k_{\text{мн}}$  - коэффициент, учитывающий многостаночное обслуживание;

$F_{\text{р}}$  - действительный годовой фонд рабочего времени работы, указанный для одного рабочего, ч.

а) базовый вариант

$$\text{Ч}_{\text{ст010}} = \frac{120 * 300 * 1}{1682 * 60} = 0,36$$

$$\text{Ч}_{\text{ст015}} = \frac{18 * 300 * 1}{1682 * 60} = 0,05$$

б) проектируемый вариант

$$\text{Ч}_{\text{ст010}} = \frac{12,78 * 1700 * 1}{1682 * 60} = 0,22$$

$$\text{Ч}_{\text{ст015}} = \frac{1,53 * 1700 * k_{\text{мн}}}{1682 * 60} = 0,02$$

Действительный фонд времени работы станочника определяется по производственному календарю на текущий 2019 год :

-365 – календарное количество дней;

-118 – количество выходных и праздничных дней;

-247 – количество рабочих дней, из них: 241 – рабочие дни

продолжительностью 8 ч; 6 – рабочие дни продолжительностью 7 ч;

Существуют потери 36 дней из них : 28 – очередной отпуск, 2 – потери по больничному листу, 6 – прочие.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №	Инв. № дубл	Подп. и дата	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.020.ПЗ

Отсюда количество рабочих часов станочника составляет  $F_p = 1682 \text{ ч.}$ ;

Результаты расчетов внесем в таблицу 29 и 30.

Таблица 29 - Затраты на заработную плату по базовому варианту

Наименование операции	Разряд станочника	Часовая тарифная ставка	Штучно – калькуляционное время, час	Заработная плата, руб.	Рассчитанная численность станочников, чел.
Горизонтально –расточная	4	90	2	248,4	0,36
Долбёжная	4	70	0,03	28,98	0,05
Итого			2,03	277,38	0,41

Таблица 30 - Затраты на заработную плату по проектируемому варианту

Наименование операции	Разряд станочника	Часовая тарифная ставка	Штучно – калькуляционное время, час	Заработная плата, руб.	Рассчитанная численность станочников, чел.
Комплексная ОЦ с ЧПУ	4	118	0,213	34,68	0,22
Горизонтально - протяжная	4	71	0,026	2,54	0,02
Итого				37,22	0,24

Помимо расчёта заработной платы станочников, необходимо рассчитать заработную плату труда вспомогательных рабочих, которая осуществляется по повременной или по повременно-премиальной системе. Основная и дополнительная заработная плата вспомогательных рабочих определяется по формуле:

$$Z_{\text{ВСП}} = \frac{C_{\text{т}}^{\text{ВСП}} * F_p * Ч_{\text{ВСП}} * k_{\text{доп}} * k_{\text{ЕСН}} * k_p}{N_{\text{год}}}, \quad (46)$$

где  $C_{\text{т}}^{\text{ВСП}}$  - часовая тарифная ставка рабочего, в соответствии со специальностью и разрядом, руб.;

$F_p$  - действительный годовой фонд времени одного рабочего, ч.;

Инв. № подл.	Подп. и дата	Инв. № дубл	Взаим. инв. №	Подп. и дата	Лист
	Изм	Лист	№ докум.	Подп.	

## ДП 44.03.04.020.ПЗ

$\text{Ч}_{\text{ВСП}}$  - численность вспомогательных рабочих, чел.;

$N_{\text{год}}$  - голова программа выпуска деталей, шт.;

$k_{\text{доп}}, k_{\text{есн}}, k_{\text{р}}$  – коэффициенты.

При определении численности вспомогательных рабочих необходимо учитывать, что: численность транспортных рабочих составляет 5% от количества станочников; численность контролёров составляет 7% от количества станочников.

1) Для базового варианта

Для операции 010:

$$\text{Ч}_{\text{ВСПТ}} = 0,07 * 0,36 = 0,025$$

$$\text{Ч}_{\text{ВСПК}} = 0,05 * 0,36 = 0,018$$

Для операции 015:

$$\text{Ч}_{\text{ВСПТ}} = 0,07 * 0,05 = 0,003$$

$$\text{Ч}_{\text{ВСПК}} = 0,05 * 0,05 = 0,002$$

Заработная плата транспортных рабочих и контролёров для операции 010 в базовом варианте составит:

$$\text{З}_{\text{ВСПТ}} = \frac{50 * 1682 * 0,025 * 1,2 * 1,15}{300} = 9,67 \text{ руб.}$$

$$\text{З}_{\text{ВСПК}} = \frac{70 * 1682 * 0,018 * 1,2 * 1,15}{300} = 9,74 \text{ руб.}$$

Заработная плата транспортных рабочих и контролёров для операции 015 составит:

$$\text{З}_{\text{ВСПТ}} = \frac{50 * 1682 * 0,003 * 1,2 * 1,15}{300} = 1,16 \text{ руб.}$$

$$\text{З}_{\text{ВСПК}} = \frac{70 * 1682 * 0,002 * 1,2 * 1,15}{300} = 1,083 \text{ руб.}$$

2) Для проектируемого варианта

Для операции 010:

$$\text{Ч}_{\text{ВСПТ}} = 0,22 * 0,07 = 0,015$$

$$\text{Ч}_{\text{ВСПК}} = 0,22 * 0,05 = 0,011$$

$$\text{Ч}_{\text{ВСПНАЛ}} = 1 * 2/2 = 1$$

Име. № подл.	Подп. и дата	Взаим. име. №	Име. № дубл	Подп. и дата
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
ДП 44.03.04.020.ПЗ				Лист

Для операции 015:

$$\text{Ч}_{\text{ВСПТ}} = 0,02 * 0,07 = 0,001$$

$$\text{Ч}_{\text{ВСПК}} = 0,02 * 0,05 = 0,001$$

Заработная плата транспортных рабочих и контролёров для операции 010 составит:

$$\text{З}_{\text{ВСПТ}} = \frac{50 * 1682 * 0,14 * 1,2 * 1,15}{1700} = 1,02 \text{руб.}$$

$$\text{З}_{\text{ВСПК}} = \frac{70 * 1682 * 0,1 * 1,2 * 1,15}{1700} = 1,05 \text{руб.}$$

$$\text{З}_{\text{ВСПНАЛ}} = \frac{80 * 1682 * 2 * 1,2 * 1,15}{1700} = 109,2 \text{руб.}$$

Заработная плата транспортных рабочих и контролёров для операции 015 составит:

$$\text{З}_{\text{ВСПТ}} = \frac{50 * 1682 * 0,0175 * 1,2 * 1,15}{1700} = 0,06$$

$$\text{З}_{\text{ВСПК}} = \frac{70 * 1682 * 0,0125 * 1,2 * 1,15}{1700} = 0,09$$

Для удобства результаты расчетов численности и заработной платы вспомогательных рабочих по базовому варианту внесём в таблицу 31, а по проектируемому 32.

Таблица 31 - Заработная плата вспомогательных рабочих в базовом варианте

Наименование специальности рабочего	Часовая тарифная ставка, руб.	Численность, чел.	Затраты, для изготовления одной детали, руб.
Операция 010			
Контролер	70	0,018	9,74
Транспортный рабочий	50	0,025	9,64
Итого		0,043	19,41
Операция 015			
Контролер	70	0,002	14,12
Транспортный рабочий	50	0,003	14,83
Итого		0,005	28,95

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №	Инв. № дубл	Подп. и дата						
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.020.ПЗ					Лист

Таблица 32 - Заработная плата вспомогательных рабочих в проектируемом варианте

Наименование специальности рабочего	Часовая тарифная ставка, руб.	Численность, чел.	Затраты, для изготовления одной детали, руб.
1	2	3	4
Операция 010			
Наладчик	60	2	109,2
Контролер	70	0,1	1,05
Транспортный рабочий	50	0,14	1,02
Итого		2,24	111,27
Операция 015			
Контролер	70	0,0125	0,09
Транспортный рабочий	50	0,0175	0,06
Итого		0,03	0,15

Затраты на электроэнергию по формуле

$$З_{\text{э}} = \frac{N_y \cdot k_N \cdot k_{\text{од}} \cdot k_{\text{ер}} \cdot k_w \cdot t}{\eta \cdot k_{\text{вн}}} * Ц_{\text{э}} \quad (47)$$

где  $N_y$  – установленная мощность главного электродвигателя (согласно паспорту станка), 11 кВт;

$k_N$  – средний коэффициент загрузки электродвигателя по мощности, (для металлообрабатывающих станков применяют  $k_N = 0,2 \div 0,4$ , примем 0,3);

$k_{\text{ер}}$  – средний коэффициент загрузки электродвигателя по времени, для среднесерийного производства, принимаем значение  $k_{\text{ер}} = 1,08$  ;

$k_{\text{од}}$  – средний коэффициент одновременной работы всех электродвигателей станка, учитывая, что  $k_{\text{од}} = 0,75$  – при двух двигателях, а при одном двигателе  $k_{\text{од}} = 1$ ;

$k_w$  – коэффициент, учитывающий потери электроэнергии в сети предприятия, принимаем значение  $k_w = 1,04 \div 1,08$  ;

$t$  -штучно-калькуляционное время, мин.;

$\eta$  – коэффициент полезного действия оборудования (согласно паспорту станка) 0,8;

Име. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №	Име. № дубл	Подп. и дата	ДП 44.03.04.020.ПЗ					Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата						



$C_э$  – стоимость 1 кВт·ч электроэнергии,  $C_э = 5,35$  руб.

Определим затраты на электроэнергию для проектируемого варианта:

$$З_э = \frac{11 \cdot 0,3 \cdot 1,08 \cdot 1 \cdot 1,06 \cdot 12,78}{0,8 \cdot 1 \cdot 60} \cdot 5,35 = 5,38 \text{ руб.}$$

$$З_э = \frac{40 \cdot 0,3 \cdot 1,08 \cdot 1 \cdot 1,06 \cdot 1,53}{0,8 \cdot 1 \cdot 60} \cdot 5,35 = 2,34 \text{ руб.}$$

Определим затраты на электроэнергию для базового варианта:

$$З_э = \frac{120 \cdot 0,3 \cdot 1,08 \cdot 1 \cdot 1,06 \cdot 8,3}{0,65 \cdot 1 \cdot 60} \cdot 5,35 = 46,9 \text{ руб.}$$

$$З_э = \frac{18 \cdot 0,3 \cdot 1,08 \cdot 1 \cdot 1,06 \cdot 12,32}{0,7 \cdot 1 \cdot 60} \cdot 5,35 = 9,7 \text{ руб.}$$

Результаты расчётов для удобства сформованы в таблицу 33.

Таблица 33 - Затраты на электроэнергию

Оборудование	Мощность, кВт	Штучно-калькуляционное время, мин	Затраты, руб.
Вертикально – фрезерный ОЦ с ЧПУ	11	12,78	5,38
Горизонтально – протяжной 7A540	40	1,53	2,34
			<b>7,72</b>
Горизонтально – расточной 2620 Вф1-А	8,3	120	46,9
Долбежный станок 7 Д430	12,32	18	9,7
			<b>56,6</b>

Следующий этап – это расчёт затрат на содержание и эксплуатацию технологического оборудования, которые определяют по формуле:

$$З_{об} = C_{ам} + C_{рем}, \quad (48)$$

Где  $C_{ам}$  – амортизационные отчисления от стоимости оборудования, руб.;

$C_{рем}$  – затраты на ремонт, руб.

Амортизационные отчисления определяют с помощью формулы:

$$C_{ам} = \frac{C_{об} \cdot N_{ам} \cdot t}{F_{об} \cdot k_3 \cdot k_{вн}}, \quad (49)$$

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №	Инв. № дубл	Подп. и дата						
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.020.ПЗ					Лист

где  $C_{об}$  – цена единицы оборудования, руб.;

$N_{ам}$  – норма амортизационных отчислений;

$t$  – штучно-калькуляционное время, мин.;

$F_{об}$  – действительный годовой фонд времени работы оборудования, ч.;

$k_3$  – коэффициент загрузки оборудования;

$k_{вн}$  – коэффициент выполнения норм.

Норма амортизационных отчислений определяется исходя из срока полезного использования оборудования (СПИ).

а) базовый:

$$N_{ам} = \frac{1}{СПИ} = \frac{1}{20} = 0,05$$

$$C_{ам} = \frac{C_{об} * N_{ам} * t}{F_{об} * k_3 * k_{вн}} = \frac{270000 * 0,05 * 120}{1448,25} = 1118 \text{ руб. – станок 2620 ВФ1-А}$$

$$N_{ам} = \frac{1}{СПИ} = \frac{1}{20} = 0,05$$

$$C_{ам} = \frac{C_{об} * N_{ам} * t}{F_{об} * k_3 * k_{вн}} = \frac{300000 * 0,05 * 18}{1448,25} = 186,43 \text{ руб. – станок 7Д430}$$

б) проект:

$$N_{ам} = \frac{1}{СПИ} = \frac{1}{20} = 0,05$$

$$C_{ам} = \frac{C_{об} * N_{ам} * t}{F_{об} * k_3 * k_{вн}} = \frac{409635 * 0,05 * 12,78}{2689,5} = 97,32 \text{ руб. – станок с ЧПУ}$$

$$N_{ам} = \frac{1}{СПИ} = \frac{1}{25} = 0,04$$

$$C_{ам} = \frac{C_{об} * N_{ам} * t}{F_{об} * k_3 * k_{вн}} = \frac{35000 * 0,04 * 1,53}{3862 * 0,75 * 1} = 7,39 \text{ руб. – станок 7А540}$$

Затраты на текущий ремонт оборудования рассчитывают по формуле:

$$C_{рем} = \frac{C_{об} * N_{рем} * t}{F_{об} * k_3 * k_{вн}}, \quad (50)$$

Где  $C_{об}$  – цена единицы оборудования, руб.;

$N_{рем}$  – норма ремонтных отчислений, для базового оборудования и станков с ЧПУ равна 2%;

$t$  – штучно-калькуляционное время, мин.;

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №	Инв. № дубл	Подп. и дата	Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.020.ПЗ	Лист

$F_{об}$  – действительный годовой фонд времени работы оборудования, ч.;

$k_3$  – коэффициент загрузки оборудования;

$k_{вн}$  – коэффициент выполнения норм.

а) базовый:

$$C_{рем} = \frac{C_{об} * H_{рем} * t}{F_{об} * k_3 * k_{вн}} = \frac{270000 * 0,02 * 120}{1448,25} = 447,43 \text{ руб. - для станка 2620ВФ1-А}$$

$$C_{рем} = \frac{C_{об} * H_{рем} * t}{F_{об} * k_3 * k_{вн}} = \frac{300000 * 0,02 * 18}{1448,25} = 74,57 \text{ руб. - для станка 7Д430}$$

б) проект:

$$C_{рем} = \frac{C_{об} * H_{рем} * t}{F_{об} * k_3 * k_{вн}} = \frac{409635 * 0,02 * 12,78}{3586 * 0,75 * 1} = 38,9 \text{ руб. - для станка с ЧПУ}$$

$$C_{рем} = \frac{C_{об} * H_{рем} * t}{F_{об} * k_3 * k_{вн}} = \frac{350000 * 0,02 * 1,53}{3586 * 0,75 * 1} = 3,69 \text{ руб. - для станка 7А 540}$$

Отсюда затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования составят:

а) базовый:

$$З_{об} = C_{ам} + C_{рем} = 1118 + 447,43 = 1565,43 \text{ руб. - для станка 2620ВФ1-А}$$

$$З_{об} = C_{ам} + C_{рем} = 186,43 + 74,57 = 261,00 \text{ руб. - для станка 7Д430}$$

б) проект

$$З_{об} = C_{ам} + C_{рем} = 97,32 + 38,9 = 136,22 \text{ руб. - для станка с ЧПУ}$$

$$З_{об} = C_{ам} + C_{рем} = 7,39 + 3,69 = 11,08 \text{ руб. - для станка 7А 540}$$

На данном этапе вычисления необходимо определить затраты на эксплуатацию режущего инструмента. Расчет произведём по формуле:

$$З_{эи} = (C_{пл} * n + (C_{корп} * k_{компл} * C_{компл}) * Q^{-1}) * T_{маш} * (T_{ст} * b_{фи} * N)^{-1}, (51)$$

где  $C_{пл}$  - цена одной сменной многогранной пластины (СМП), руб.;

$n$  – количество СМП, установленных для одновременной работы в корпусе сборного инструмента, шт.;

$C_{корп}$  - цена корпуса сборного инструмента, руб.;

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №	Инв. № дубл	Подп. и дата						
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.020.ПЗ					Лист

$k_{\text{компл}}$  - коэффициент, который учитывает количество наборов комплектующих изделий, используемых в одном корпусе сборного инструмента, во время его эксплуатации, шт.;

$C_{\text{компл}}$  – цена набора комплектующих изделий: опорных пластин, прижимов, штифтов и т.д.)

$Q$ - количество СМП, установленных в корпусе сборного инструмента, во время его эксплуатации, шт.;

$N$  – количество вершин сменной многогранной пластины, шт.;

$b_{\text{фи}}$  - коэффициент фактического использования инструмента, который связан со случайной убылью инструмента.

$T_{\text{маш}}$  - машинное время, мин.;

$T_{\text{ст}}$  - период стойкости режущего инструмента, мин.

Информацию, о необходимом для выполнения обработки детали режущем инструменте оформим в виде таблицы 34.

Таблица 34– Параметры режущего инструмента по проекту

Режущий инструмент	$T_{\text{маш}}$ , мин	Цена единицы режущего инструмента, руб.	Суммарный период стойкости, мин.	Итого, затраты, руб.
Головка для черновой расточки А750 50 Держатели пластин А750 50СС12 90 СМП ССМТ 120408-F2 TP2501	2,2	25000	60	80,6
Головка для черновой расточки А750 30 Держатели пластин А750 30СС09 90 СМП ССМТ 09Т308-F2 TP2501	0,5	22000	60	0,32
Головка для чистовой расточки А780 50 Держатели пластин А725 50 СМП ССМТ 060204-F1 CP500	4,88	25000	60	100,2
Головка для чистовой расточки А780 30 Держатели пластин А725 30 СМП ССМТ 060204-F1 CP500	1,12	23500	60	50,3
Фреза 40А4R050B32-SAD16E-C СМП АДМХ 160608SR-F 8230	4,04	35000	60	120,6
Фреза 25N3R042B25-SSO09-C СМП 25N3R042B25-SSO09-C 8230	0,36	32000	60	0,56
Протяжка Р6М5	1,5	4200	40	8,07
Итого				360,65

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №	Инв. № дубл	Подп. и дата	ДП 44.03.04.020.ПЗ					Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата						

Затраты на цельный инструмент по базовому варианту определим по формуле

$$З_{и} = \frac{Ц_{и} + \beta_n * Ц_{п}}{T_{ст} * (\beta_n + 1)} * T_{м} * \eta_{и}, \quad (52)$$

Отсюда:

$$З_{и} = \frac{4000 + 8 * 45}{60 * 9} * 6,4 * 0,98 = 8,07 \text{ руб.} - \text{для фрезы}$$

$$З_{и} = \frac{196,5 + 10 * 45}{45 * 11} * 36,7 * 0,98 = 46,9 \text{ руб.} - \text{для резца}$$

$$З_{и} = \frac{500 + 10 * 45}{45 * 11} * 16 * 0,98 = 46,9 \text{ руб.} - \text{для долбежного резца}$$

Информацию, о необходимом для выполнения обработки детали режущем инструменте оформим в виде таблицы 35.

Таблица 35 – Параметры режущего инструмента по базовому варианту

Режущий инструмент	$T_{маш}$ , мин	Цена единицы режущего инструмента, руб.	Суммарный период стойкости, мин.	Итого, затраты, руб.
Торцовая фреза $\varnothing 100$ P6M5	6,4	4000	60	8,07
Резец токарный расточной Т 15 K10	36,7	196,5	45	46,9
Долбежный резец	16	500	45	30,09
Итого				85,06

Проведя расчет и анализ стоимости инструмента, было получено значение суммарных затрат на режущий инструмент для изготовления детали «Рычаг» по проекту, равное 360.65руб.

Определив необходимые, для расчета технологической себестоимости детали, статьи затрат составим таблицу 36 и произведём расчёт себестоимости.

Таблица 36 – Технологическая себестоимость обработки детали «Рычаг».

Статья затрат	Сумма, руб.	
	Базовый	Проект
Затраты на материал	4039	1297
Затраты на заработную плату	400,26	150,24
Затраты на электроэнергию	56,6	7,72
Затраты на содержание и эксплуатацию оборудования	1647,39	147,3
Затраты на режущий инструмент	85,06	360,65
<b>Итого</b>	<b>6228,31</b>	<b>1962,91</b>

Име. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №	Име. № дубл	Подп. и дата	<div style="text-align: center; font-size: 1.2em; font-weight: bold;">ДП 44.03.04.020.ПЗ</div>					Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата						

Значение технологической себестоимости умножим на годовой выпуск программы 1700 шт. и получим стоимость годовой программы – 3336947 руб.

### 3.4. Определение годовой экономии

Для определения годовой экономии воспользуемся формулой:

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (C_{\text{б}} - C_{\text{пр}}) * N_{\text{год}}, \quad (53)$$

где  $C_{\text{б}}, C_{\text{пр}}$  – технологическая себестоимост детали, руб.

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (6228,31 - 1870,01) * 1700 = 7409110 \text{руб.}$$

### 3.5. Анализ уровня технологии производства

Удельный вес, определяющий количество прогрессивного оборудования определяют в соответствии с формулой:

$$y_{\text{пр}} = \frac{C_{\text{пр}}}{C_{\Sigma}} * 100\%, \quad (54)$$

где  $C_{\text{пр}}$  – количество применяемого прогрессивного оборудования, 2 шт.;

$C_{\Sigma}$  – общее количество оборудования, равное 3шт.

$$y_{\text{пр}} = \frac{1}{1} * 100\% = 100\% \text{ - для ОЦ с ЧПУ}$$

Удельный вес, определяющий количество универсального оборудования определяют в соответствии с формулой:

$$y_{\text{оп}} = \frac{T^i}{T} * 100\%, \quad (55)$$

где  $T^i$  – штучно- калькуляционное время на каждую операцию в мин.;

$T$  - штучно- калькуляционное время обработки детали, мин.

$$y_{\text{оп}} = \frac{1,53}{14,31} * 100\% = 10.6 \% \text{ - для станка 7A540}$$

$$y_{\text{оп}} = \frac{120}{138} * 100\% = 86,9 \text{ - для станка 2620ВФ1-А}$$

$$y_{\text{оп}} = \frac{18}{138} * 100\% = 13,04\% \text{ - для станка 7Д 430}$$

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.020.ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

На следующем этапе необходимо определить производительность труда на программных операциях:

$$B = \frac{F_p * k_{вн} * 60}{t}, \quad (56)$$

где  $F_p$  - действительный годовой фонд рабочего времени работы, указанный для одного рабочего, ч.;

$k_{вн}$  – коэффициент выполнения норм;

$t$  -штучно-калькуляционное время, мин.

$$B = \frac{F_p * k_{вн} * 60}{t} = \frac{1682 * 1 * 60}{12,53} = 8054 \text{ шт./чел. год. –по проекту};$$

$$B = \frac{F_p * k_{вн} * 60}{t} = \frac{1682 * 1 * 60}{138} = 732 \text{ шт./чел. год. –по базовому варианту}.$$

Рост производительности труда определяют по формуле:

$$\Delta B = \frac{B_{пр} - B_{б}}{B_{б}} * 100 = \frac{8054 - 732}{732} * 100 = 1000\%$$

Результаты всех экономических вычислений представлены на рисунке 10.

Показатель	Базовый вариант	Проектный вариант	Изменения
Годовой выпуск, шт.	300	17000	+16700
Количество оборудования, шт.	2	3	+1
Количество рабочих, чел.	4	6	+2
Штучно- калькуляционное время, ч.	2,3	0,24	-2,06
Себестоимость детали, руб.	6228,31	1870,8	-4357,51
Доля прогрессивного оборудования, %	-	67	+67
Производительность труда шт./чел. год	732	8054	+7322
Рост производительности труда %	100	1000	+900
Средний коэффициент загрузки	0,65	0,75	+0,1
Годовой эффект тыс. руб.		74091,1	

Рисунок 10 – Техничко – экономические показатели проекта

Вывод: при проведении расчётов себестоимости детали «Рычаг», учитывая изменения технологического процесса (станки, инструмент и т.д.), а также значительное увеличение годового выпуска деталей с 300 до 1700 штук, было доказано, что проектируемый вариант является более экономичным и может быть рекомендован на производстве.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №	Инв. № дубл	Подп. и дата	ДП 44.03.04.020.ПЗ					Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата						

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №	Инв. № дубл	Подп. и дата



#### 4.1. Анализ профессионального стандарта

Профессиональный стандарт «Оператор обрабатывающих центров с числовым программным управлением» утвержден приказом Министерства труда Российской Федерации приказом от 04.08.2014 № 530н [11]. Разработчиком данного профстандарта является НО Общероссийское отраслевое объединение работодателей «Союз машиностроителей России» город Москва.

Основной целью данного вида профессиональной деятельности является – наладка и подналадка обрабатывающих центров с числовым программным управлением, обработка деталей.

В таблице 36 расположено описание трудовых функций оператора-наладчика обрабатывающих центров с ЧПУ.

Таблица 36 - Описание трудовых функций оператора-наладчика обрабатывающих центров с ЧПУ

Описание трудовых функций оператора-наладчика обрабатывающих центров с ЧПУ Обобщенные трудовые функции			Трудовые функции		
Код	Наименование	Уро- вень квал -ии	Наименование	Код	Уровень (подуровень) квалификаци и
1	2	3	4	5	6
А	Наладка и подналадка обрабатывающих центров с программным управлением для обработки простых и средней сложности деталей; обработка простых и сложных деталей	2	Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 8 - 14 квалитетам	А/01.2	2
			Настройка технологической последовательности обработки и режимов резания, подбор режущих и измерительных инструментов и приспособлений по технологической карте	А/02.2	2

Подп. и дата		Име. № дубл		Взаим. име. №		Подп. и дата		Име. № подл.		
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.020.ПЗ					Лист

Продолжение таблицы 36

1	2	3	4	5	6
			Установка деталей в универсальных и специальных приспособлениях и на столе станка с выверкой в двух плоскостях	A/03.2	2
			Отладка, изготовление пробных деталей и передача их в отдел технического контроля (ОТК)	A/04.2	2
			Подналадка основных механизмов обрабатывающих центров в процессе работы	A/05.2	2
			Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 8 - 14 квалитетам	A/06.2	2
			Инструктирование рабочих, занятых на обслуживаемом оборудовании	A/07.2	2
В	Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров с программным управлением для обработки деталей, требующих перестановок и комбинированного их крепления; обработка деталей средней сложности	3	Наладка обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 7–8 квалитетам	B/01.3	3
			Программирование станков с числовым программным управлением (ЧПУ)	B/02.3	3
			Установка деталей в приспособлениях и на столе станка с выверкой их в различных плоскостях	B/03.3	3
С	Наладка и регулировка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров с программным управлением для	4	Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 7–8 квалитетам	C/01.4	4
			Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 6 квалитету и выше	C/02.4	4

Име. № подл.	Подп. и дата	Взаим. име. №	Име. № дубл	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ДП 44.03.04.020.ПЗ

Лист

## Окончание таблицы 36

1	2	3	4	5	6
	обработки программ управления; обработка сложных деталей				

Исходя из того, что деталь «Рычаг» изготавливают в пределах квалитетов 8-14, то уровень необходимой квалификации 2, код А, наименование обобщенной трудовой функции «Наладка и подналадка обрабатывающих центров с программным управлением для обработки простых и средней сложности деталей; обработка простых и сложных деталей».

Возможные наименования должностей: наладчик обрабатывающих центров (4-й разряд), оператор обрабатывающих центров (4-й разряд), оператор-наладчик обрабатывающих центров (4-й разряд), оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ 2-й квалификации, оператор обрабатывающих центров с ЧПУ 2-й квалификации, наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ 2-й квалификации.

Требования к образованию: среднее профессиональное образование – программы подготовки квалифицированных рабочих (служащих).

Требования к опыту практической работы по данному уровню квалификации не предъявляются.

Особые условия: прохождение обязательных предварительных (при поступлении на работу) и периодических медицинских осмотров (обследований), а также внеочередных медицинских осмотров (обследований) в установленном законодательством Российской Федерации порядке.

Трудовые функции:

- наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 8 - 14 квалитетам А/01.2;

Ине. № подл.	Подп. и дата	Взаим. ине. №	Ине. № дубл	Подп. и дата	ДП 44.03.04.020.ПЗ					Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата						

- настройка технологической последовательности обработки и режимов резания, подбор режущих и измерительных инструментов и приспособлений по технологической карте А/02.2;
- установка деталей в универсальных и специальных приспособлениях и на столе станка с выверкой в двух плоскостях А/03.2;
- отладка, изготовление пробных деталей и передача их в отдел технического контроля (ОТК) А/04.2;
- подналадка основных механизмов обрабатывающих центров в процессе работы А/05.2;
- обработка отверстий и поверхностей в деталях по 8 - 14 квалитетам А/06.2;
- инструктирование рабочих, занятых на обслуживаемом оборудовании А/07.2.

Произведем анализ трудовых функций, результаты внесем в таблицу 37.

Таблица 37 – Анализ трудовых функций

Код	Наименование	Функции
1	2	3
А/01.2	Трудовые действия	1. Изучение конструкторской документации станка и инструкции по наладке обрабатывающих центров 2. Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 8–14 квалитетам (на основе знаний и практического опыта) 3. Контроль точности и работоспособности позиционирования обрабатывающего центра с ЧПУ с помощью измерительных инструментов
	Необходимые умения	1. Анализировать конструкторскую документацию станка и инструкцию по наладке и определять предельные отклонения размеров по стандартам, технической документации для выполнения данной трудовой функции 2. Пользоваться встроенной системой измерения инструмента 3. Пользоваться встроенной системой измерения детали 4. Отслеживать состояние и износ инструмента 5. Читать и оформлять чертежи, схемы и графики; составлять эскизы на обрабатываемые детали с указанием допусков и посадок

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №	Инв. № дубл	Подп. и дата	ДП 44.03.04.020.ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

Продолжение таблицы 37

1	2	3
		<p>6. Рассчитывать и измерять основные параметры простых электрических, магнитных и электронных цепей</p> <p>7. Применять контрольно-измерительные приборы и инструменты</p> <p>8. Выполнять наладку одноконтурных обрабатывающих центров с ЧПУ</p>
	Необходимые знания	<p>1. Система допусков и посадок, степеней точности, качества и параметры шероховатости</p> <p>2. Параметры и установки системы ЧПУ станка</p> <p>3. Наименование, стандарты и свойства материалов, крепежных и нормализованных деталей и узлов</p> <p>4. Способы и правила механической и электромеханической наладки, устройство обслуживаемых одноконтурных станков</p> <p>5. Системы управления и структура управляющей программы обрабатывающих центров с ЧПУ</p> <p>6. Правила проверки станков на точность, на работоспособность и точность позиционирования</p> <p>7. Устройство, правила проверки на точность одноконтурных обрабатывающих центров с ЧПУ</p> <p>8. Устройство и правила применения универсальных и специальных приспособлений, контрольно-измерительных инструментов, приборов и инструментов для автоматического измерения деталей</p> <p>9. Правила настройки и регулирования контрольно-измерительных инструментов и приборов</p> <p>10. Правила заточки, доводки и установки универсального и специального режущего инструмента</p> <p>11. Основы электротехники, электроники, гидравлики и программирования в пределах выполняемой работы</p> <p>12. Правила и нормы охраны труда, производственной санитарии и пожарной безопасности</p> <p>13. Правила пользования средствами индивидуальной защиты</p> <p>14. Требования, предъявляемые к качеству выполняемых работ</p> <p>15. Виды брака и способы его предупреждения и устранения</p> <p>16. Требования по рациональной организации труда на рабочем месте</p>
A/02.2	Трудовые действия	<p>1. Настройка технологической последовательности обработки и режимов резания</p> <p>2. Подбор режущего и измерительного инструментов и приспособлений по технологической карте</p>

Име. № подл.	Подп. и дата	Взаим. име. №	Име. № дубл	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ДП 44.03.04.020.ПЗ

Лист

## Продолжение таблицы 37

1	2	3
	Необходимые умения	1. Пользоваться конструкторской документацией станка и инструкцией по наладке для выполнения данной трудовой функции 2.Использовать контрольно-измерительные инструменты для проверки работы станка на соответствие требованиям конструкторской документации станка и инструкции по наладке 3.Устанавливать технологическую последовательность обработки изделия 4.Устанавливать технологическую последовательность режимов резания
	Необходимые знания	1.Правила определения режимов резания по справочникам и паспорту станка 2.Последовательность технологического процесса обрабатывающего центра с ЧПУ
А/03.2	Трудовые действия	1. Установка деталей в универсальных и специальных приспособлениях и на столе станка с выверкой в двух плоскостях 2.Контроль с помощью измерительных инструментов точности наладки универсальных и специальных приспособлений контрольно-измерительных инструментов, приборов и инструментов для автоматического измерения деталей
	Необходимые умения	Выполнять установку и выверку деталей в двух плоскостях
	Необходимые знания	1.Наименование, назначение, конструктивные особенности и условия применения, правила проверки на точность универсальных и специальных приспособлений контрольно-измерительных инструментов, приборов и инструмента для автоматического измерения деталей 2.Правила настройки, регулирования универсальных и специальных приспособлений контрольно-измерительных инструментов, приборов и инструментов для автоматического измерения деталей
А/04.2	Трудовые действия	1.Изготовление пробных деталей 2. Передача деталей в ОТК на проверку
	Необходимые умения	1.Изготавливать пробную деталь требуемого качества 2.Отлаживать станок в соответствии с требованием качества
	Необходимые знания	1.Правила отладки и проверки на точность обрабатывающих центров различных типов 2.Требования, предъявляемые к качеству изготавливаемой детали
А/05.2	Трудовые действия	1.Регулировка основных механизмов автоматических линий в процессе работы 2.Доводка и наладка основных механизмов

[illegible]

## Окончание таблицы 37

1	2	3
		автоматических линий
	Необходимые умения	Выполнять подналадку основных механизмов обрабатывающих центров в процессе работы
	Необходимые знания	1.Правила подналадки и проверки на точность обрабатывающих центров с ЧПУ 2. Способы корректировки режимов резания по результатам работы станка; системы допусков и посадок, качества и параметры шероховатости 3. Требования, предъявляемые к качеству изготавливаемой детали
А/06.2	Трудовые действия	Обработка поверхностей деталей по 8–14 квалитетам
	Необходимые умения	1.Использовать контрольно-измерительные инструменты для проверки изделий на соответствие требованиям конструкторской документации станка и инструкции по наладке 2.Пользоваться конструкторской документацией станка и инструкцией по наладке для выполнения данной трудовой функции 3.Выполнять обработку отверстий
	Необходимые знания	Необходимые знания по трудовым функциям А/01.2 – А/05.2
А/07.2	Трудовые действия	Проведение инструктажа по правилам и методам работы на обрабатывающих центрах с ЧПУ
	Необходимые умения	1.Необходимые умения по трудовым функциям А/01.2 – А/06.2 2.Доносить необходимую информацию до рабочих, занятых на обслуживаемом оборудовании
	Необходимые знания	1.Необходимые умения по трудовым функциям А/01.2 – А/06.2 2.Требования, предъявляемые к готовой детали 3. Основы психологии общения и культуры речи

На основании проведенного анализа профессионального стандарта были определены трудовые действия, необходимые для выполнения трудовой деятельности, сформулированы цели обучения, что позволяет приступить к разработке учебного и тематического плана.

#### 4.2. Проектирование учебного и тематического плана

Целью обучения является формирование навыков и умений у слушателей, с последующим выполнением трудовых функций по профессии «Оператор ОЦ с ЧПУ», в данном случае на вертикально- фрезерном ОЦ фирмы – производителя Okuma.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №	Инв. № дубл	Подп. и дата						Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.020.ПЗ					

Проведя анализ профессионального стандарта и определив цель обучения в целом, необходимо составить учебный план. Учебный план представлен в таблице 38 .

Таблица 38 – Учебный план

№	Наименование дисциплины, модуля	Всего	Аудиторных	Практических	Форма контроля
1	<b>Теоретическое обучение</b>	<b>50</b>	<b>40</b>	<b>10</b>	
	Охрана труда	4	4		
	Оборудование с ЧПУ	10	10		
	Режущие инструменты и режимы резания станках с ЧПУ	6	6		
	Проектирование управляющих программ	14	8	6	
	Наладка станка с ЧПУ, в том числе обрабатывающих центров для обработки отверстий и поверхностей деталей, по 8-14 качеству	10	10		
	Контрольно– измерительные приборы и машины	6	2	4	
2	<b>Практическое обучение</b>	<b>60</b>			
	<i>Учебная практика</i>				
	Практика по получению первичных профессиональных умений и качеств	20		20	
	<i>Производственная практика</i>				
	Практика по получению профессиональных умений опыта профессиональной деятельности	36		36	
	<i>Квалификационный экзамен</i>	4		4	ПКР*
	<b>ИТОГО:</b>	<b>110</b>			

\*Примечание ПКР – пробная квалификационная работа

Учебная программа оператора – наладчика ОЦ 4 разряда включает в себя:

1. Цель программы – получение навыков и умений, для осуществления трудовой деятельности оператора – наладчика ОЦ 4 разряда;
2. Срок обучения – 3 месяца;
3. Форма обучения – с частичным отрывом от работы.

Для проектирования занятия примем дисциплину «Режущие инструменты и режимы резания станках с ЧПУ», на освоение которой отведено 6 аудиторных часов. С целью определения разделов и тем дисциплины, а также распределение учебных часов сформируем тематический план. Тематический план представлен в таблице 39.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №	Инв. № дубл	Подп. и дата	ДП 44.03.04.020.ПЗ					Лист
					Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	



Таблица 39 – Тематический план дисциплины «Режущие инструменты и режимы резания станках с ЧПУ»

№	Наименование темы	Количество отведенных часов
1	<b>Тема 1. Резцы применяемые на станках с ЧПУ.</b> Требования предъявляемые к режущим инструментам на ЧПУ станках. Особенности подбора режущего инструмента. Виды резца. Материалы, применяемые для изготовления резцов. О сменных многогранных пластинах (СМП). Зависимость производительности режущего инструмента от методов закрепления пластинок.	2
2	<b>Тема 2. Фрезы, применяемые на ЧПУ станках.</b> Виды фрез. Материалы, применяемые для изготовления фрез. Принципы обработки деталей фрезой. <b>Тема 3. Осевой режущий инструмент, применяемый на станках с ЧПУ.</b>	2
3	<b>Тема 4. Режимы резания на станках с ЧПУ</b>	2
	<b>ИТОГО:</b>	<b>6</b>

Тематический план включает в себя разделы, которые дают слушателям возможность после усвоения программы работать не только на вертикально-фрезерных станках с ЧПУ но и на станках токарной группы.

Для разработки методики проведения занятия по дисциплине «Режущие инструменты и режимы резания станках с ЧПУ», выберем тему № 1 «Резцы, применяемые на станках с ЧПУ.», рассчитанную на 2 часа аудиторных занятия.

#### 4.3. Проектирование методики проведения занятия

Цель данного этапа работы - изучить методику проведения занятия, которая может быть достигнута путем решения следующих задач:

1. Определить место темы в учебном курсе, а также ведущие понятия данного занятия.
2. Сформулировать целевую установку занятия;

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №	Инв. № дубл	Подп. и дата						Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.020.ПЗ					

3. Спланировать учебный материал;
4. Разработать структуру занятия, результат отобразить в виде плана урока;
5. Составить конспект занятия;
6. Определить материально – техническое и методическое обеспечение занятия;
7. Определить способ оценки результатов урока и рефлексии обучающимися.

#### 4.3.1. План урока.

Цели:

1. Обучающие: а) актуализировать знания о режущих инструментах, принципов их работы; б) формирование знаний о токарных резцах, применяемых для работы на станках с ЧПУ.
2. Воспитательные: а) развитие познавательного интереса к изучаемому материалу; б) формирование у обучающихся умения размышлять над поставленными вопросами, лично и в коллективе; в) формирование у обучающихся положительного отношения к выбранной профессии.

Обозначив цели приступаем к составлению плана урока, который четко отражает модель деятельности педагога и обучающихся, а также регламентирует каждый этап занятия.

План урока по теме «Резцы применяемые на станках с ЧПУ».

Тип занятия – комбинированный урок.

Методы обучения: рассказ, беседа, методы самостоятельной работы, объяснительно – иллюстративный;

Средства обучения: презентация по теме «Резцы применяемые на ЧПУ станках», токарные резцы для работы на станках с ЧПУ.

Материально – техническое обеспечение: ПК, согласно количеству студентов из расчета два студента - один компьютер; мультимедийная доска.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №	Инв. № дубл	Подп. и дата						
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.020.ПЗ					Лист

Время, отведенное на занятие, согласно учебного плана 2 академических часа. Ход урока представлен в таблице 40.

Таблица 40 - Ход урока

Наименование этапа	Время, мин	Цель этапа	Задачи педагога	Деятельность обучающегося
1	2	3	4	5
Организационный этап	5	Ознакомление обучающихся с предстоящей работой.	-проверить посещаемость; -проверка готовности обучающихся к уроку; -сообщить тему и цели урока; -организация внимания.	Слушают педагога
Актуализация знаний	15	Понимание педагогом сформированной у обучающихся знаний, касаемо металлорежущих инструментов	Провести беседу, работа с группой, на предмет какие металлорежущие инструменты известны обучающимся и для чего они предназначены.	Обучающиеся отвечают на поставленные вопросы
Изучение нового материала	50	Ознакомление обучающихся с принципом работы на уроке.	-сообщение темы, целей и задач изучения нового материала; показ его практической значимости; постановка учебной проблемы -провести инструктаж, пояснить, что работа проходить на ПК, с помощью презентации. -объяснить этапы самостоятельной работы обучающихся, пояснить что каждый ответ на вопросы для самоконтроля оформить согласно формата ответа, а также раскрыть содержание поставленного вопроса в виде конспекта - демонстрация режущих инструментов	Слушают педагога
		Освоение знаний по теме «Лезвийные режущие инструменты, применяемые на ЧПУ станках» и закрепление	Контролировать ход исполнения работы, , совершать целевые обходы.	Обучающиеся изучают теоретический материал, расположенный в презентации, самостоятельно проходят задания для самоконтроля,

Ине. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №	Ине. № дубл	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ДП 44.03.04.020.ПЗ

Лист

## Окончание таблицы 40

1	2	3	4	5
		полученных знаний и умений в ходе выполнения заданий для самоконтроля		составляют конспект лекции, письменно отвечая на задания для самоконтроля.
Подведение итогов урока	20	Дать оценку успеваемости достижения целей урока; наметить перспективу на будущее.	В ходе беседы выявить пробелы знаний у обучающихся, если таковые остались. Предоставить обучающимся возможность оценить собственные знания (рефлексия) в ходе беседы с педагогом.	Обучающиеся должны ответить на вопросы, оценивают собственные знания (рефлексия) в ходе беседы с педагогом

Конспект изложения нового материала представлен в приложении Б.

#### 4.3.2. Определение методического обеспечения для проведения занятия

Учитывая тот факт, что для проектирования занятия по «Резцы применяемые на станках с ЧПУ» был принят тип занятия «комбинированный урок», методическое обеспечение должно соответствовать характеристикам занятия, относящегося к данному типу.

Комбинированный урок является наиболее распространенным. Примерно 50 - 60 процентов всех уроков являются по сути комбинированными, поскольку включают в себя необходимость закрепления предыдущего учебного материала и формирование новых знаний.

Структура комбинированного урока напоминает структуру урока сообщения новых знаний, но в том случае все подчинено объяснению нового материала. В комбинированном уроке объяснению также уделяется большое внимание, однако и другие части урока имеют не менее важное значение. Например, проверка домашнего задания обычно выполняется как самостоятельный элемент структуры урока, который иногда трудно связать непосредственно с изучением нового материала. Закрепление, повторение,

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №	Инв. № дубл	Подп. и дата	ДП 44.03.04.020.ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

проверка знаний являются тоже относительно самостоятельными частями урока. Такое сочетание разнообразных форм работы на одном занятии делает его достаточно эффективным, помогает преодолевать однообразие, стимулирует и активизирует познавательную деятельность обучающихся, улучшает восприятие новой информации.

В следствии того, что обучающимся необходимо не только изучить новый материал, но и закрепить полученные знания, методическим обеспечением такого занятия примем и разработаем – презентацию, составленную по типу программированного обучения. В такой презентации, изучаемый материал разбивается на мелкие, легко усваиваемые дозы. Они последовательно предъявляются обучающемуся для усвоения. После изучения каждой дозы следует проверка усвоения. Доза усвоена — переход к следующей. Это и есть «шаг» обучения: предъявление, усвоение, проверка.

Обычно, при составлении обучающих программ, учитывалась лишь необходимость систематической обратной связи и индивидуализация процесса обучения, но отсутствовала последовательность реализации определенной модели процесса усвоения.

Американский психолог Б. Скиннер, ещё в начале 60-х гг. XX в. Разработал концепцию обучения опирающаяся на бихевиористскую теорию учения. В соответствии с бихевиористской теорией обучающие программы должны решать задачи получения и закрепления правильной реакции.

К организации такого типа обучения Б. Скиннер определил следующие требования:

- при обучении обучающийся должен проходить через последовательность тщательно подобранных и размещенных «шагов»;
- обучение следует построить таким образом, чтобы обучающийся не только воспринимал новый учебный материал, но и оперировал им;
- перед тем, как перейти к изучению последующего материала, обучающийся должен хорошо усвоить предыдущий;

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №	Инв. № дубл	Подп. и дата						
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.020.ПЗ					Лист

- педагогу необходимо улучшить восприятие у обучающихся новой информации путем деления материала на небольшие порции («шаги» программы), путем подсказок, побуждений и так далее;

- каждый правильный ответ обучающегося необходимо подкреплять, используя для этого обратную связь, - не только для формирования определенного поведения, но и для поддержания интереса к обучению[10].

Презентация по типу программированного обучения на тему «Резцы применяемые на станках с ЧПУ» разработана с помощью программы Microsoft Power Point в виде презентации. Для реализации работы с программой Microsoft Power Point необходимо следующие материально – техническое обеспечение: ПК, согласно количеству студентов из расчета два студента - один компьютер, мультимедийная доска.

Существуют преимущества работы с программированным учебным пособием по средствам презентации, это:

1. Использование комбинированных средств обучения: печатного слова, наглядных и практических материалов, а так как наглядные средства связаны с чувственным восприятием материала, благодаря чему усвоение информации происходит в более доступной для понимания обучающимся форме материала (например: возможность с помощью графических редакторов текста активизировать внимание, использование изображения, возможность продемонстрировать видеофрагмент и так далее).

2. Появляется возможность самостоятельной и коллективной работы обучающихся.

3. Формируется собирательный положительный образ к дисциплине, так как занятие с помощью презентации является не однообразным и активизирует активную деятельность у обучающихся.

Исходя из теории программированного обучения, можем сделать вывод, что согласно этой системе, обучающиеся проходят все шаги учебной программы последовательно, в том порядке, в котором они приведены в

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №	Инв. № дубл	Подп. и дата						
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.020.ПЗ					Лист

программе и, выполняя задания, закрепляет полученный материал, а подтверждением правильности выполнения задания служит подкрепление для стимуляции дальнейшей деятельности обучаемого. Необходимо отметить, что использование для проектирования пособия презентации программы Microsoft Power Point является отображением применения комбинированных средств обучения, положительно влияющих на усвоение нового материала обучающимися.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл	Подп. и дата						
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.020.ПЗ					Лист

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы было произведено совершенствование технологического процесса изготовления детали «Рычаг». В процессе выполнения работы были изучены такие вопросы как: конструкция детали, химический состав материала, способ получения заготовки. Было определено, что получение заготовки штамповкой на ГKM наиболее целесообразно и экономически выгоднее по сравнению с базовым способ изготовления заготовки. Также были определены припуски на каждый обрабатываемый размер и назначены режимы резания. Выполнен чертеж детали, заготовки и другие иллюстративные материалы, отображающие процесс изготовления детали.

В проектируемом технологическом процессе обработка детали предложена с использованием вертикально - фрезерного обрабатывающего центра Okuma MB-56VB, что позволяет: сократить общую длительность цикла изготовления детали; обрабатывать детали сложных конфигураций; повысить точность форм и размеров получаемых деталей; увеличить производительность труда и т.д.

В экономическом разделе данной работы приведены расчеты и обоснованы затраты на оборудование, заработную плату работникам, энергоресурсы. Произведя расчёты было доказано, что проектируемый вариант является более экономичным и может быть рекомендован на производстве.

В методической части работы был проведен анализ профессионального стандарта по профессии «Оператор - наладчик обрабатывающего центра с ЧПУ», разработан учебный и тематический план дисциплины «Режущие инструменты и режимы резания станках с ЧПУ», составлен план урока и разработана презентация.

Таким образом поставленные для выполнения работы цели и задачи достигнуты и решены в полном объеме.

Подп. и дата	
Инв. № дубл	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	
Изм	Лист
№ докум.	Подп.
Дата	

ДП 44.03.04.020.ПЗ

Лист



Инв. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №	Инв. № дубл	Подп. и дата

- |     |      |          |       |      |                    |      |
|-----|------|----------|-------|------|--------------------|------|
|     |      |          |       |      | ДП 44.03.04.020.ПЗ | Лист |
| Изм | Лист | № докум. | Подп. | Дата |                    |      |



международной научно – практической конференции (22.10.2013 г.) – Отв. Ред. Уварина Н.В.- Прага, Чешская республика: Изд-во World press, 2013 – 389с.

21. Сысоев, К.С. Технология машиностроения. Проектирование технологических процессов [Текст]/ С.К. Сысоев, А.С. Сысоев, В.А. Левко. 2-е изд., 2016 – 352с.

22. Технология машиностроения: В 2 кн. Кн.2. Производство деталей машин: Учеб. пособ. для вузов/ Э.Л. Жуков, И.И. Козарь, С.Л. Мурашкин и др.; Под. ред. С.Л. Мурашкина. - 2 - е изд., доп. – М.: Высш. шк., 2005. 295 с.

23. Фельдштейн Е.Э. Обработка деталей на станках с ЧПУ: учеб.пособие / Е.Э.Фельдштейн, М.А. Корниевич. – 3-е изд., доп. – Минск: Новое знание, 2008. – 299 с.

24. Чучкалова, Е.И. Техничко -экономические расчёты в выпускных квалификационных (дипломных) работах [Текст]: Учеб. пособие/ Е.И. Чучкалова, Т.А. Козлова, В.П. Суриков, Екатеринбург : Изд-во Урал. гос. проф.-пед. ун-та, 2006.-66 с.

25. Электронный каталог Sandvik Coromant 2015.

26. Электронный каталог «Sandvik», Фрезерование, 2015 г.

27. Электронный каталог «Sandvik», Концевые фрезы, 2015 г.

28. Электронный каталог «Sandvik», Обработка отверстий, 2015 г.

29. Электронное руководство по эксплуатации OKUMA OSP 200 для системы многоцелевого станка.

30. Эрганова. Н. Е. Практикум по методике профессионального обучения[Текст]: учеб. пособие для вузов / Н. Е. Эрганова, М. Г. Шалунова, Л. В. Колясникова. - 2-е изд., пересмотр. и доп. - Екатеринбург: Издательство РГППУ, 2011. - 88 с.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Инв. № дубл	Взаим. инв. №	Подп. и дата						
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.020.ПЗ					Лист

# ПРИЛОЖЕНИЕ А – Перечень листов графических материалов

Наименование документа	Обозначение документа	Формат	Количество листов
1. Рычаг	ДП 440304.020.01	A1	1
2. Рычаг (штамповка)	ДП 440304.020.02	A1	1
3. Иллюстрации технологического процесса	ДП 440304.020.Д1	A1	1
4. Иллюстрации технологического процесса	ДП 440304.020.Д2	A1	1
5. Фрагмент управляющей программы	ДП 440304.020.Д3	A1	1
6. Приспособление	ДП 440304.020.03 СБ	A1	1

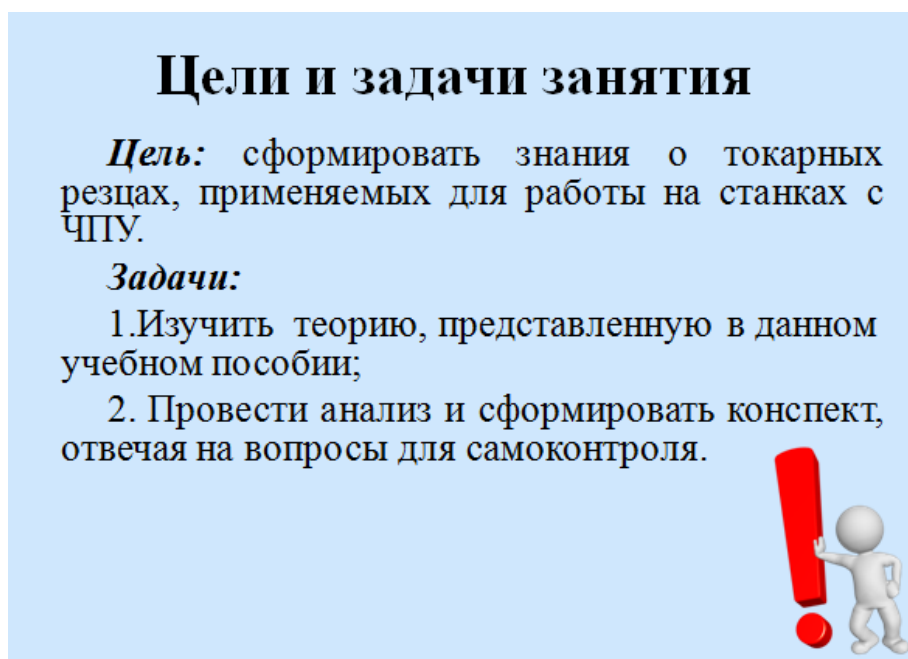
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №	Инв. № дубл	Подп. и дата	<div>ДП 44.03.04.020.ПЗ</div> <div>Лист</div>				
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата					

ПРИЛОЖЕНИЕ Б – Презентация к занятию на тему «Резцы применяемые на станках с ЧПУ»

Слайд 1



Слайд 2



Инв. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №	Инв. № дубл	Подп. и дата	ДП 44.03.04.020.ПЗ					Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата						

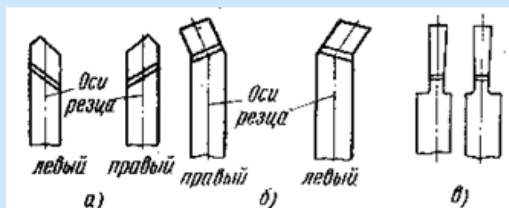
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

## Классификация резцов

Резцы классифицируются:

- по направлению подачи – на правые и левые (правые резцы на токарном станке работают при подаче справа налево, т. е. перемещаются к передней бабке станка);
- по конструкции головки – на прямые (а), отогнутые (б) и оттянутые (в);



## Классификация резцов

- по способу изготовления – на цельные и составные (при использовании дорогостоящих режущих материалов резцы изготавливают составными: головка – из инструментального материала, а державка – из конструкционной углеродистой стали; наибольшее распространение получили составные резцы с пластинами из твердого сплава, которые припаиваются или крепятся механически);





## Классификация резцов

- по сечению державки – на прямоугольные, круглые и квадратные;
- по виду обработки - на проходные, подрезные, отрезные, прорезные, расточные, фасонные, резьбонарезные и др.

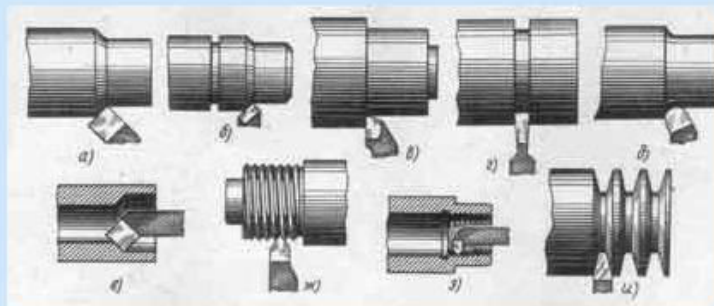


Рисунок - Классификация резцов по виду обработки: а – наружное обтачивание проходным отогнутым резцом, б – наружное обтачивание прямым проходным резцом, в – обтачивание с подрезанием уступа под прямым углом, г – прорезание канавки, д – обтачивание радиусной галтели, е – растачивание отверстия, ж, з, и – нарезание резьбы наружной, внутренней и специальной

## Вопросы для самоконтроля

1. Выберите правильные варианты ответов.

На выбор режущего инструмента влияют следующие факторы:

- а) назначение инструмента;
- б) температура воздуха в производственном помещении;
- в) направление подачи;
- г) зависимость от размеров поверхностей обрабатываемой детали;
- д) зависимость от материала обрабатываемой детали;
- е) точность готового изделия;

ж) углы в плане, передний и задний углы, радиус вершины резца в зависимости от типа обработки; точность готового изделия;



## Вопросы для самоконтроля

2. Перечислите требования, предъявляемые к режущему инструменту для работы на станках с ЧПУ.

3. Назовите классификацию резцов по виду обработки.



## Материал режущей части

На выбор материал режущей части влияют: стадия обработки, глубина резания и обрабатываемый материал.

В качестве режущего материала для инструмента станков с ЧПУ используют: твердые сплавы, керамику, сверхтвердые синтетические материалы и быстрорежущие стали. Рассмотрим подробнее твердые сплавы.



Инв. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №	Инв. № дубл	Подп. и дата					
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.020.ПЗ				
					Лист				

## Материал режущей части

По классификации ISO (International Organization for Standardization, ISO – международная организация по стандартизации, занимающаяся выпуском стандартов) твёрдые сплавы независимо от химического состава подразделяются на группы, в зависимости от их пригодности для обработки определенных материалов. Каждая группа обозначается буквой и цветом, характеризующие её конкретное назначение, например :

- Р (цвет синий) –сплавы для обработки углеродистой, легированной, высоколегированной и инструментальной сталей;
- М (цвет жёлтый) – сплавы для обработки нержавеющей и жаропрочных сталей, титановых сплавов;
- К (цвет красный) – сплавы для обработки чугунов, цветных металлов, закаленной стали, пластмасс.

## Материал режущей части

Твердые металлокерамические сплавы различают по химическому составу, физико - механическим, эксплуатационным свойствам и подразделяют на четыре группы:

- вольфрамовые,
- танталовольфрамовые,
- титанотанталовольфрамовые -
- безвольфрамовые.



Инв. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №	Инв. № дубл	Подп. и дата
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
ДП 44.03.04.020.ПЗ				
				Лист

## Материал режущей части

Наименование сплава	Применяемые сплавы марок	Химический состав сплава	Применение
<b>Вольфрамовые сплавы (группа ВК)</b>	ВК3, ВК3М, ВК4, ВК6, ВК60М, ВК8, ВК10М	«В»-карбид вольфрама, «К» - кобальт, «цифра» - процентное содержание кобальта (остальное - карбид вольфрама), «М»-сплав мелкозернистый	Обработка чугуна, цветных металлов и их сплавов и неметаллических материалов (резины, пластмассы, фибры, стекла и т.д.)
<b>Безвольфрамовые твердые сплавы</b>	ТМ1, ТМ3, ТН-20, ТН-30, КНТ-16	Твердые сплавы на основе карбида титана и ниобия, карбонитридов титана на никелемолибденовой связке	Чистовая и получистовая обработка конструкционных и низколегированных сталей, цветных металлов.

## Материал режущей части

Наименование сплава	Применяемые сплавы марок	Химический состав сплава	Применение
<b>Титановольфрамовые сплавы (группа ТК)</b>	Т5К10, Т5К12, Т14К8, Т15К6, Т30К4	«Т» и цифра за ней указывают на процентное содержание карбида титана, «К» и цифра за ней - процентное содержание карбида кобальта, остальное в данном сплаве - карбид вольфрама.	Обработка всех видов сталей.
<b>Титанотанталовольфрамовые сплавы (группа ТТК)</b>	ТТ7К12, ТТ10КВ-Б	Состоят из карбидов вольфрама, титана, тантала и кобальта, содержат соответственно 7 и 10% карбидов титана и тантала, 12 и 8% кобальта, остальное - карбид вольфрама.	Сплавы работают в особо тяжелых условиях обработки

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №	Инв. № дубл	Подп. и дата						
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.020.ПЗ					Лист

## Материал режущей части

Твердые сплавы обладают высокой теплостойкостью, к примеру вольфрамовые и титановольфрамовые твердые сплавы сохраняют твердость при температуре в зоне обработки 800-950°C, что позволяет работать при высоких скоростях резания (до 500м/мин при обработке сталей и 2700м/мин при обработке алюминия).

С целью повышения износостойкости на поверхность твёрдых сплавов наносят специальные покрытия из карбида титана или нитрида титана, что позволяет повысить износостойкость в 3-4 раза.



## Вопросы для самоконтроля

1. Установите соответствие марки твердого сплава и его наименования:

- |                 |                                      |
|-----------------|--------------------------------------|
| 1. BK4, BK6     | А) Безвольфрамовые твердые сплавы    |
| 2. TM1, TM3     | Б) Вольфрамовые сплавы               |
| 3. TT7K12       | В) Титановольфрамовые сплавы         |
| 4. T5K10, T5K12 | Г) Титанотанталовольфра-мовые сплавы |

1-\_\_\_\_; 2-\_\_\_\_; 3-\_\_\_\_; 4-\_\_\_\_.



Инв. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №	Инв. № дубл	Подп. и дата					
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.020.ПЗ				
					Лист				



## Вопросы для самоконтроля

2. Укажите верно ли суждение:

а) Твердые сплавы обладают низкой теплостойкостью, к примеру вольфрамовые и титановольфрамовые твердые сплавы сохраняют твердость при температуре в зоне обработки 800-950°C;

б) С целью повышения износостойкости на поверхность твёрдых сплавов наносят специальные покрытия из карбида титана или нитрида титана, что позволяет повысить износостойкость в 3-4 раза;



## Углы режущего инструмента

Как говорилось ранее, выбор главного и вспомогательного углов в плане резца зависит от типа обработки. При черновой обработке необходимо применять резцы с главным углом в плане 30 - 45°, а при чистовой использовать резцы с углами в плане близкими к 90°. При указанных параметрах углов удастся обеспечить: а) при черновой обработке - меньшую нагрузку на механизм привода подачи от сил резания, б) при чистовой обработке - минимальную радиальную составляющую сил резания.



Инв. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №	Инв. № дубл	Подп. и дата					
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.020.ПЗ				
					Лист				

## Углы режущего инструмента

Вспомогательный угол в плане и радиус вершины резца оказывают влияние на шероховатость обработанных поверхностей, т.е. чем меньше вспомогательный угол в плане и больше радиус вершины резца, тем меньше шероховатость. Стоит отметить, что при этом снижается вибробустойчивость технологической системы.

Передний и задний углы определяют прочность режущей части токарного резца. Для черновой обработки целесообразно применять резцы с малыми (отрицательными) передними углами, а для чистовой – с большими значениями переднего и заднего углов.



## Резцы сборные с СМП

Широкое применение на станках с ЧПУ получили резцы сборные с пластинами СМП (сменные многогранные пластины) за счет следующих факторов:

- экономичный расход дефицитных резцов;
- сокращение времени для наладки инструмента, при которой смена СМП может приходиться без снятия корпуса резца;
- качество дробления стружек;
- отсутствие необходимости постоянной заточки резца.



Инв. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №	Инв. № дубл	Подп. и дата	ДП 44.03.04.020.ПЗ					Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата						





## Крепление СМП

В связи с усовершенствованием методов изготовления СМП (метод точного прессования) появилась возможность изготовить пластины с большими положительными передними углами (одно- и двусторонними) с установкой в державках, предназначенных для негативных пластин. При этом сохраняется положительный передний угол, вследствие чего снижаются силы резания, затрачиваемая мощность станка, нагрузка на пластину и обрабатываемую заготовку детали, уменьшается возможность появления вибраций. Пластины такого типа называют негативно-позитивными.



## Крепление СМП

Стандартом ISO принято 4 способа крепления.

1. Схема крепления с цилиндрическим отверстием – рычажным механизмом (тип Р). СМП базируется в закрытом гнезде державки, а рычаг, приводимый в действие винтом, подтягивает ее к двум боковым стенкам гнезда и прижимает к опоре. Опорную пластину закрепляют разрезной втулкой. Конструкция данного узла крепления обеспечивает возможность быстрого, точного поворота или смены СМП, а также надежного ее закрепления.

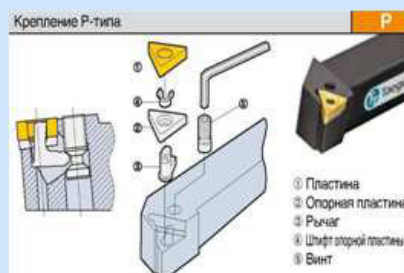


Рисунок – крепление СМП тип Р

Инв. № подл.	Подп. и дата				Инв. № дубл	Подп. и дата			
	Взаим. инв. №								
Изм	Лист				№ докум.	Подп.			
	Дата								

Стандартом ISO принято 4 способа крепления.

1. Схема крепления с цилиндрическим отверстием – рычажным механизмом (тип Р). СМП базируется в закрытом гнезде державки, а рычаг, приводимый в действие винтом, подтягивает ее к двум боковым стенкам гнезда и прижимает к опоре. Опорную пластину закрепляют разрезной втулкой. Конструкция данного узла крепления обеспечивает возможность быстрого, точного поворота или смены СМП, а также надежного ее закрепления.

Крепление Р-типа

Р

1 Пластина  
2 Опорная пластина  
3 Рычаг  
4 Штифт опорной пластины  
5 Винт

Рисунок – крепление СМП тип Р

ДП 44.03.04.020.ПЗ	Лист
--------------------	------

## Крепление СМП

2. Схема крепления без отверстия – прихватом (тип С). Данный метод заключается в том, что режущие пластины базируются в закрытом гнезде державки по двум базовым поверхностям и сверху прижимают к опорной поверхности прихватом. С помощью дифференциального винта обеспечивается быстрый съем пластин, а опорную твердосплавную пластину закрепляют винтом на державке резца или разрезной пружинящей втулкой. Резцы с креплением СМП по типу С имеют различные исполнения: для режущих пластин с задним углом и без заднего угла; с опорными пластинами; без опорных пластин.

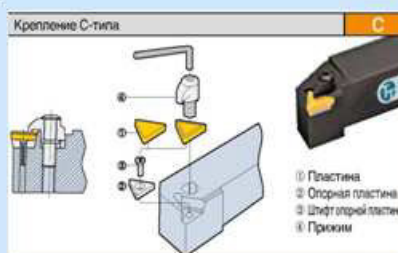


Рисунок – крепление СМП тип С

## Крепление СМП

### 3. Схема крепления штифтом и прихватом (тип М)

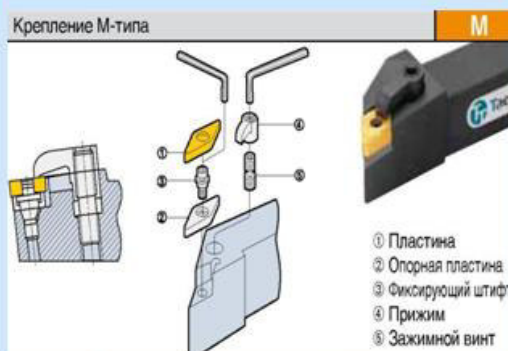


Рисунок – крепление СМП тип М

Име. № подл.	Подп. и дата	Име. № дубл	Подп. и дата	Име. № дубл	Подп. и дата
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	
ДП 44.03.04.020.ПЗ					Лист

## Крепление СМП

### 4. Схема крепления с тороидальным отверстием – винтовым механизмом (тип S).

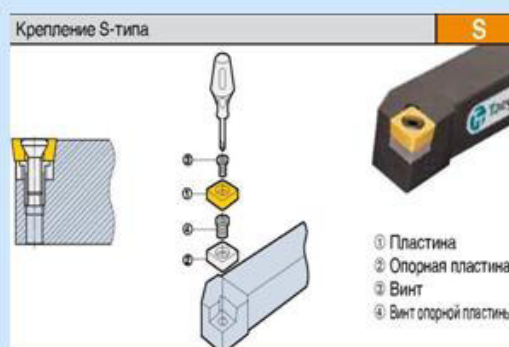


Рисунок – крепление СМП тип S

## Вопросы для самоконтроля

### 1. Вставьте недостающие слова:

Негативные пластины - это пластины без \_\_\_\_\_ угла, при установке в паз державки которых возникает отрицательный передний угол, а если при установке пластины в паз державки значение \_\_\_\_\_ угла будет положительным, то такая пластина будет считаться позитивной.

### 2. Выберите правильные варианты ответов.

Преимущества сборного инструмента с СМП:

- а) экономичный расход дефицитных резцов;
- б) сокращение времени для наладки инструмента, при которой смена СМП может приходиться без снятия корпуса резца;
- в) качество дробления стружек;
- г) отсутствие необходимости устанавливать инструмент на станок;
- д) отсутствие необходимости постоянной заточки резца.



Инв. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №	Инв. № дубл	Подп. и дата
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
ДП 44.03.04.020.ПЗ				
				Лист

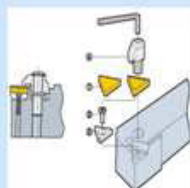
## Вопросы для самоконтроля

3. Установите соответствие.

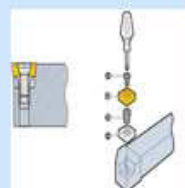
- 1- тип крепления М
- 2- тип крепления Р
- 3- тип крепления С
- 4- тип крепления S



А



Б



В



Г

1- \_\_\_\_; 2- \_\_\_\_; 3- \_\_\_\_; 4- \_\_\_\_.



## Кодирование державки токарного резца

Существует единая система кодирования токарных резцов общего назначения, в которую составной частью входят отдельные символы из обозначения СМП.

С целью понимания кодирования токарных резцов с СМП, разберем пример шифра державки резца PCLNR1616H12. В таблице, для удобства символы шифра разбиты и обозначены порядковыми номерами от 1 до 10.

P	C	L	N	R	16	16	H	12	-
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №	Инв. № дубл	Подп. и дата	ДП 44.03.04.020.ПЗ					Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата						



## Кодирование державки токарного резца

Первая буква обозначает способ крепления СМП в резцовой державке (типы М, Р, С, S).

Вторая буква характеризует форму СМП (например: R - круглая, S - квадратная, Т - треугольная. В таблице \_\_ расположены обозначения формы СМП.

Форма	Обозначение
	шестигранная
	восьмигранная
	пятигранная
	круглая
	квадратная
	треугольная
	ромбическая
	прямоугольная
	параллелограммная
	неправильная трехгранная
	специальная форма

## Кодирование державки токарного резца

Третья буква шифра характеризует главный угол в плане  $\phi^\circ$ . Обозначение главного угла в плане представлены на Рис.

B	D	E	F	G
J	K	L	S	T

Рисунок - Обозначение углов в плане

В таблице расположено обозначение четвертой буквы в обозначении, характеризующая величину заднего угла  $\alpha^\circ$  на СМП.

Значение заднего угла на СМП $\alpha^\circ$	3	5	7	15	20	25	30	0	11	Специальная конструкция
Обозначение	A	B	C	D	E	F	G	N	P	O

## Кодирование державки токарного резца

Пятая буква характеризует исполнение державки резца по направлению движения подачи: правое, левое, правое и левое.

Обозначение	Эскиз	Направление подачи
R		Правое
L		Левое
N		Правое и левое

## Кодирование державки токарного резца

Шестой символ в виде двух цифр обозначает высоту (Н) державки резца (примечание: если размер определяет однозначная цифра, перед ней ставят ноль, например, при Н=8мм, в обозначении указывают 08). Седьмая цифра обозначает ширину (В) державки резца. В таблице\_\_ обозначены символы характеризует длину L резца, которые в шифре токарного резца указаны восьмым символом.

Длина L, мм	32	40	50	60	70	80	90	100	110	125	140
Обозначение	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L
Длина L, мм	150	160	170	180	200	300	350	400	450	500	специальная
Обозначение	M	N	P	Q	R	T	U	V	W	Y	X

## Кодирование державки токарного резца

В девятом символы заложена информация о длине режущей кромки. Размер СМП по длине режущей кромки, выражается целым числом. Обозначение длины режущей кромки, в зависимости от формы СМП и диаметра вписанной окружности  $d$ , представлено в таблице.

Диаметр вписанной окружности, $d$ , мм	Форма СМП					
	R	S	T	C	D	V
5.560	05		09			03
6.350	16		11	06		04
9.525	19	09	16	09	11	06
12.700	12	12	22	12	15	08
15.875	15	15	27	16		
19.050	19	19	33	19		
25.400	25	25				

## Кодирование державки токарного резца

В последнем десятом символе может быть расположена информация об особых обозначениях изготовителя.

Подведём итог изучении шифрования токарного резца, полученный результат оформим в виде таблицы \_\_\_\_

Наименование резца - PC L N R 16 16 H 12									
P	C	L	N	R	16	16	H	12	-
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Способ крепления СМП в державке	Форма СМП	Характеристика главного угла в плане $\phi^\circ$	Характеристика заднего угла $\alpha^\circ$	Исполнение державки по направлению	Высота державки H, мм	Ширина державки B, мм	Характеристика длины резца l, мм	Длина режущей кромки l, мм	Особые обозначения изготовителя

Име. № подл.	Подп. и дата	Взаим. име. №	Име. № дубл	Подп. и дата
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

# ДП 44.03.04.020.ПЗ

Лист

## Вопросы для самоконтроля

Дать расшифровку наименованию державки токарной MCLNL2525M12. Результат оформить в форме таблицы.

Наименование державки резца - _____									
*									
1	2	*3	4	5	6	7	8	9	10



Символ



Порядковый  
номер символа



Обозначение



## СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ !



Име. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №	Име. № дубл	Подп. и дата	
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.020.ПЗ
					Лист



## ПРИЛОЖЕНИЕ В – презентация к занятию

Изн.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.020.ПЗ	Лист

Дубл.			
Взам.			
Подл.			


[illegible]

РГППУ		44.03.04.020				

СОГЛАСОВАНО

УТВЕРЖДАЮ

---

---

КОМПЛЕКТ ДОКУМЕНТОВ  
на технологический процесс  
механической обработки детали  
**Рычаг**

## Консультант

Разработал студент группы ЗТО-406С Брусницына А.И.

## Нормоконтролер

Внедрено в производство

Комплект документов соответствует

АКТ № \_\_\_\_\_

										ГОСТ 3.1118-82				Форма 1					
Дубл.																			
Взам.																			
Подл.																			
														1	2				
Разраб.	Брусницына					РГППУ		44.03.04.020											
Консульт.	Вешкурцев																		
						РЫЧАГ													
Н. контр.	Суриков																		
M01																			
M02	Код		ЕВ	МД	ЕН	Н. расх.	КИМ	Код загот.		Профиль и размеры							КД	МЗ	
			кг	7,83	1		0,65	штамповка		270*86,4							1	12,53	
A	Цех	Уч.	PM	Опер.	Код, наименование операции				Обозначение документа										
B	Код, наименование оборудования							СМ	Проф.	P	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тп.з.	Тшт-к.	
A 03				005	Заготовительная														
B 04					Штамповка														
05																			
A 06				010	Комплексная на ОЦ с ЧПУ				2		310	1P	1	1	1	59	1	45	12.78
B 07					Вертикально – фрезерный ОЦ Okuma MB - 56 V														
08																			
A 09				015	Горизонтально – протяжная				2		310	1P	1	1	1	59	1	16	1.53
B 10	Горизонтально – протяжной станок 7 А 540																		
11																			
A 12				020	Контрольная														
B 13	Контрольная плита																		
14																			
МК																			

[illegible]

[illegible]

[illegible]

Дубл.																			
Взам.																			
Подл.																			
											44.03.04.020							010	
Р									П И	D или B		L	t	i	S	n	V		
01	13. Смена инструмента																		
02																			
03	14. Снять фаску 2,5х45°								70		2,5		1	0,3		2292	180		
04	Фреза концевая 25N3R042B25-SSO09-C Ø 25, Z=4																		
05	Пластина 25 N3R042D25-SS0009 –C 8230, CP500																		
06	Шаблон на фаску 2,5х45°																		
07																			
08	15. Снять фаску 2х45°								50		2		1	0,3		2292	180		
09	Фреза концевая 25N3R042B25-SSO09-C Ø 25, Z=4																		
10	Пластина 25 N3R042D25-SS0009 –C 8230, CP500																		
11	Шаблон на фаску 2х45°																		
12																			
13	16. Переустановить деталь																		
14																			
15																			
16																			
17																			
ОК																			

[illegible]



										ГОСТ 3.1404-86					Форма 3а	
Дубл.																
Взам.																
Подл.																
											44.03.04.020					010
Р								ПИ	D или B		L	t	i	S	n	V
01	20. Фрезеровать поверхность Ø 70							110		110	0,5	1	0,7	836	210	
02	Фреза концевая 80A08R-S45HN09C-C Ø 80, Z=4															
03	Пластина ADMX 160608SR-F 8230, сплав МР 3000															
04	ШЦ-1-250-0,1-2 ГОСТ 166-89															
05																
06	21. Смена инструмента															
07																
08	22. Снять фаску 2,5х45°							70		2,5	1	0,3	2292	180		
09	Фреза концевая Ø 25, Z=4, Пластина															
10	25 N3R042D25-SS0009 –С 8230, CP500															
11	Шаблон на фаску 2,5х45°															
12																
13	23. Снять фаску 2х45°							50		2	1	0,3	2292	180		
14	Фреза концевая Ø 25, Z=4, Пластина															
15	25 N3R042D25-SS0009 –С 8230, CP500															
16	Шаблон на фаску 2х45°															
17																
18	24. Снять деталь															
ОК																

										ГОСТ 3.1404-86				Форма 3		
Дубл.																
Взам.																
Подл.																
Разраб.	Брусницына					РГПШУ	44.03.04.020						015			
Пров.	Вешкурцев															
Н. контр.	Суриков					Рычаг								015		
Наименование операции				Материал			Твердость		ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ		КОИ
Горизонтально - протяжная				45 (ГОСТ 1050-88)						7,83				12,53		
Оборудование				Обозначение программы			То	Тв		Тп.з.	Тшт.	СОЖ				
7А 540							0,8	0,52		16	1,53					
Р				ПИ	D или B			L		t	i	S	n	V		
01	1. Установить заготовку с помощью															
02	специального приспособления под углом 45 град.															
03																
04	2. Долбить паз					70		80		4,9	1	0,5				
05	Резец долбежный шпоночный Р6М5															
06	Шаблон на паз															
07																
08	3. Притупить острые кромки															
09	Напильник															
10																
11	4. Снять деталь.															
12																
13																
ОК																